



Vlaanderen
is milieu



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven en de Antwerpse agglomeratie

jaarrapport 2017

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven en de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2017

Samenstellers

Afdeling Lucht, Milieu en Communicatie, VMM
Dienst Lucht

Inhoud

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metingen in de omgevingslucht in de Antwerpse haven en in de Antwerpse agglomeratie. De VMM mat er de polluenten zwaveldioxide, stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, ozon, vluchtige organische stoffen, dioxines en PCB's en PAK's. De meetresultaten van deze polluenten werden getoetst aan de Europese regelgeving. We toetsten de resultaten ook aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Verder bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten polluenten en de uitstoot van een aantal polluenten.

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2018), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven en de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2017

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
Tel: 053 72 62 10
info@vmm.be

Depotnummer

D/2018/6871/030

2. Stikstofdioxide – NO₂

De NO₂-emissies kenden een dalende trend tussen 2000 en 2014. Sindsdien stabiliseren de emissies. De sectoren verkeer en industrie hadden in 2016 beide een aandeel van 36 % in de emissies.

In de periode 2007-2017 vertonen de jaargemiddelde NO- en NO₂-concentraties een dalende trend. Op de meetplaats Muisbroeklaan (R984) zien we een licht stijgende trend. De concentraties van NO₂ lagen in het Antwerpse havengebied zo'n 20 % hoger dan het Vlaamse gemiddelde.

De NO₂-concentraties op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) overschreden in 2017 de grenswaarde. Op alle andere meetplaatsen lagen de concentraties onder de Europese grenswaarden en de WGO-advieswaarde.

3. Fijn stof

PM₁₀

De emissies van stofprecursoren en primair PM₁₀-emissies. NO_x (NO₂) hadden het grootste aandeel in de stofprecursoremissies. De primaire PM₁₀-stofuitstoot door industrie kende in 2016 een stijging in zowel aandeel als hoeveelheid, vooral door rapportering van de niet-geleide emissies bij op-en-overslagbedrijven. De PM₁₀-jaargemiddelden in de Antwerpse haven vertonen in de periode 2007-2017 een globaal dalende trend.

De PM₁₀-jaargrenswaarde bleef de afgelopen jaren op alle meetplaatsen in de haven ruim gerespecteerd, zo ook in 2017. De WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ werd nergens gehaald. Dit was ook zo op de meeste meetplaatsen in Vlaanderen. De Europese daggrenswaarde laat op jaarbasis maximaal 35 dagen toe met PM₁₀-waarden hoger dan 50 µg/m³. De laatste overschrijding van de PM₁₀-daggrenswaarde dateert van 2012 op de meetplaats Antwerpen-Luchtbal. Alhoewel het aantal dagen sterk varieert van jaar tot jaar is er wel een globaal dalende trend over de volledige periode. De WGO-advieswaarde van maximaal 3 dagen met een PM₁₀-waarde hoger dan 50 µg/m³ op jaarbasis is niet gehaald.

PM_{2,5}

De uitstoot van primair PM_{2,5} kende een algemeen dalende trend in de periode 2000 -2016. De voornaamste bron is de scheepvaart.

De Europese grenswaarde en toekomstige indicatieve grenswaarde werden in 2017 gerespecteerd. De WGO-advieswaarden werden niet gerespecteerd.

Zwarte koolstof

De gemeten concentraties vertonen een dalende trend. In 2017 waren de concentraties zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied lager dan die voor de virtuele meetplaats 'verkeer' (1,9 µg/m³). De hoogste concentraties werden vastgesteld op de meetplaats Luchtbal (M802) Op andere meetplaatsen toonden de pollutierozen bronnen in het centrum van het havengebied.

Voor zwarte koolstof bestaan geen Vlaamse en Europese normen, noch WGO-advieswaarden.

4. Ozon – O₃

De laatste 10 jaar bleef het ozonjaargemiddelde vrij stabiel. Wel waren er regelmatig verschillen in de hoge percentielen en maxima per jaar. Dit heeft te maken met de kwaliteit van de zomers waarbij warme en zonnige zomers resulteren in hogere maxima en hogere percentielen.

In 2017 werd de informatiedrempel één maal overschreden op 21 juni. Op dat moment was er een hittegolf. De alarmdrempel van 240 µg/m³ werd wel gerespecteerd. De Europese streefwaarde voor de bescherming van de volksgezondheid werd gehaald, de langetermijndoelstelling niet. De WGO-advieswaarde werd op 31 dagen overschreden.



Tussen 2005 en 2016 zijn de emissies van **primaire PM₁₀** in de Antwerpse agglomeratie met 17 % gedaald. Deze daling is vooral te danken aan minder emissies door het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. De emissies door huishoudens fluctueren, afhankelijk van het verbruik van brandhout bij huishoudelijke verwarming, gekoppeld aan strenge winters.

Fijn stof in de omgevingslucht bestaat niet enkel uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten maar ook uit een **secundaire fractie**. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties. Secundaire fijn stof wordt in de atmosfeer gevormd uit voorlopervoorbindingen. De belangrijkste precursoren zijn ammoniak (NH₃), stikstofoxides (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂) en verschillende semivolatiele organische verbindingen.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

De Europese grenswaarden voor PM₁₀ werden gerespecteerd op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. De WGO-advieswaarden werden echter overschreden op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Ook in de rest van Vlaanderen werden de WGO-advieswaarden op de meeste plaatsen overschreden.

Trend luchtkwaliteit

Over de periode 2007-2017 daalden de PM₁₀-jaargemiddelden geleidelijk. Op de meetstations met een voldoende lange tijdreeks zien we een daling van 14 tot 36 % tussen 2007 en 2017.

3. Fijn stof – PM_{2,5}

Emissies

In 2016 is 73 % van de emissies van **primaire PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie te wijten aan de sector huishoudens. Hiervan is 89 % te wijten aan gebouwenverwarming, voornamelijk aan houtverbranding. De sector verkeer is met 19 % de tweede grootste bron van primaire PM_{2,5}-emissies. Hiervan is 78 % afkomstig van het wegverkeer.

Tussen 2005 en 2016 zijn de emissies van **primaire PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie met 19 % gedaald. Zoals voor PM₁₀ is deze daling vooral te danken aan de gedaalde emissies door het wegverkeer. Het schommelende verloop van de emissies door huishoudens is gekoppeld aan strengere winters wanneer er meer houtverbranding plaatsvindt.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

De Europese jaargrenswaarde voor PM_{2,5} werd gerespecteerd op alle meetplaatsen. De WGO-advieswaarden voor jaargemiddelden en dagwaarden werden overschreden op alle meetplaatsen. Dit was ook zo op de overige meetplaatsen in Vlaanderen.

Trend luchtkwaliteit

Over de periode 2007-2017 daalden de PM_{2,5}-jaargemiddelden geleidelijk. Zo zien we in Borgerhout (R801), waar we over een volledige tijdreeks beschikken, een daling van 42 % tussen 2007 en 2017.

4. Zwarte koolstof/Elementair koolstof

Zwarte koolstof en elementair koolstof zijn zeer sterk aan elkaar verwante componenten. Door de verschillende meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden.



Emissies

In de Antwerpse agglomeratie draagt de sector huishoudens 52 % bij aan de emissies van elementair koolstof (EC) in 2016. Hiervan kunnen we het grootste deel toewijzen aan de huishoudelijke verwarming en meer bepaald de verbranding van hout in open haarden en kachels.

De sector verkeer is de tweede grootste bron met 43 %. Hiervan is 79 % te wijten aan wegverkeer. Dit komt doordat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen met dieseluitstoot als één van de grootste bronnen. Het aandeel van verkeer is bij EC veel groter dan bij PM₁₀ of PM_{2,5}.

De emissies van elementair koolstof zijn tussen 2005 en 2016 met 45 % gedaald. Dit is vooral te danken aan een daling van de emissies door het verkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. De emissies van deze sector fluctueren van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden, waarbij strenge winters zorgen voor een verhoogd verbruik van fossiele brandstoffen en brandhout.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

Er bestaan momenteel geen Europese normen of WGO-advieswaarden voor zwarte koolstof.

Trend luchtkwaliteit

De meetstations vertonen een dalende trend in de concentraties van zwarte koolstof in de periode 2008-2017. Zo zien we in Borgerhout (R801) een daling van 51 % tussen 2008 en 2017. De daling in 2017 volgt de dalende trend van de afgelopen jaren.

Voor zwarte koolstof werden er grotere verschillen gemeten tussen de verschillende meetplaatsen. De hoogste concentratie in 2017 werd gemeten aan de Antwerpse Ring (R804), gevolgd door de verkeersgerichte meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Belgiëlei (R805). Het meetstation Linkeroever (AL01) mat het laagste jaargemiddelde.

5. Houtverbranding

Op 4 meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie werd eind 2017 zwarte koolstof gemeten met een aethalometer (Magee AE33). Dit toestel kan de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof (BC) bepalen. Op basis van informatie uit vroegere studies berekenden we ook de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀. Er zijn twee meetplaatsen met gegevens voor heel 2017.

De concentraties zwarte koolstof en PM₁₀ afkomstig van houtverbranding zijn duidelijk hoger in de wintermaanden dan in de zomermaanden. De hoogste concentraties zien we op winteravonden. Verder zijn de concentraties hoger in het weekend dan in de week.

De relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof op de meetplaatsen Ring (R804) en Groenenborgerlaan (R817) bedroeg in 2017 respectievelijk 3 en 13 %. De relatieve bijdrage aan PM₁₀ bedroeg in 2017 respectievelijk 4 en 9 %. In de wintermaanden van 2017 bedroeg de relatieve bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ op deze meetplaatsen respectievelijk 7 en 15 %. Omdat fijn stof van houtverbranding, net als bij dieselmotoren, bestaat uit deeltjes afkomstig van onvolledige verbranding is het effect op de gezondheid waarschijnlijk hoger dan het relatief aandeel doet vermoeden.

In de voorstedelijke omgeving van de meetplaats R817 aan de Groenenborgerlaan stellen we op basis van deze metingen dus een grotere bijdrage van houtverbranding vast dan op de meetplaats R804 aan de Ring. Wanneer we in de toekomst beschikken over volledige datareeksen op de vier meetplaatsen, zal een betere



vergelijking kunnen gebeuren tussen de bijdragen van houtverbranding aan luchtverontreiniging in stedelijke en voorstedelijke omgeving.

6. Effect invoer lage-emissiezone

In 2017 maten we op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie lagere concentraties voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof in vergelijking met 2016. De absolute daling voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof is het grootst op de meetplaatsen die het sterkst beïnvloed worden door het verkeer. Deze daling kan een indicatie zijn van verminderde emissies door het verkeer. In welke mate de daling van de concentraties van NO₂ en zwarte koolstof op de meetplaatsen binnen de LEZ van Antwerpen toe te schrijven is aan de invoering van die LEZ in Antwerpen en/of aan de algemene vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen is moeilijk te bepalen. Metingen over een langere periode zullen mogelijk toelaten een meer gefundeerde uitspraak te doen.



INHOUD

1. Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven	19
1.1 Het meetnet	19
1.2 Zwaveldioxide – SO ₂	22
1.2.1 Emissie van SO ₂	22
1.2.2 Trend van SO ₂ -concentraties.....	25
1.2.3 Toetsing van SO ₂ -concentraties	27
1.2.4 Geografische spreiding van SO ₂ -concentraties	30
1.3 Stikstofoxides – NO/NO ₂	34
1.3.1 Emissie van NO _x (NO ₂)	34
1.3.2 Trend van NO _x -concentraties	37
1.3.3 Toetsing van NO ₂ -concentraties.....	40
1.3.4 Geografische spreiding van NO ₂ -concentraties	41
1.4 Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof.....	48
1.4.1 PM ₁₀	48
1.4.2 PM _{2,5}	61
1.4.3 Zwarte koolstof	71
1.5 Ozon – O ₃	78
1.5.1 Emissies van ozonprecursoren	78
1.5.2 Trend en toetsing van de ozonmeetwaarden	80
1.5.3 Geografische spreiding van O ₃ -concentraties.....	83
1.6 Vluchtige organische stoffen – BTEX en VOS	84
1.6.1 Emissies van benzeen, toluen en xyleen-isomeren.....	84
1.6.2 Emissie van totaal NMVOS.....	85
1.6.3 Automatische BTEX-metingen.....	86
1.6.4 Semiautomatische VOS-metingen	99
1.7 PCB's	101
1.7.1 Toetsing van PCB-deposities	101
1.7.2 Trend van PCB-deposities.....	101
1.8 PAK's.....	102
1.8.1 Emissie van PAK's	102
1.8.2 Toetsing van PAK's-concentraties	102
2. Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie	105
2.1 Het meetnet	105
2.2 Stikstofoxiden.....	110
2.2.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO _x (NO ₂)).....	110
2.2.2 Trend en toetsing NO ₂ -concentraties	112
2.2.3 Geografische spreiding van de NO ₂ -concentratie en pollutierozen	115

6.2 VLOPS model	206
6.3 ATMO-Street model	207
6.4 Promovia	207



LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Coördinaten meetplaatsen in de Antwerpse haven.....	20
Tabel 2: Belangrijkste statistische parameters voor SO ₂	28
Tabel 3: Aantal dagen met een overschrijding van de WGO-dagadvieswaarde van 20 µg/m ³	29
Tabel 4: Belangrijkste statistische parameters voor NO ₂ (2017)	40
Tabel 5: Belangrijkste statistische parameters voor PM ₁₀	55
Tabel 6: Belangrijkste statistische parameters voor PM _{2,5}	63
Tabel 7: Aantal dagen met een PM _{2,5} -dagconcentratie > 25 µg/m ³	65
Tabel 8: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof	71
Tabel 9: Belangrijkste statistische parameters voor ozon in Berendrecht (R831)	81
Tabel 10: Toetsing aan informatie- en alarmdrempel, streefwaarden, langetermijndoelstellingen en WGO-advieswaarde op meetplaats Berendrecht (R831).....	82
Tabel 11: Jaargemiddelde uurwaarde voor benzeen	86
Tabel 12: P98-dagwaarde voor benzeen	87
Tabel 13: Maximale halfuurwaarde toluen	87
Tabel 14: Maximaal weekgemiddelde toluen	87
Tabel 15: Percentueel verschil VOS-componenten R893 en Vlaamse gemiddelde	99
Tabel 16: PAK's-jaargemiddelden voor Kallo en het volledige Vlaamse meetnet in 2017 (ng/m ³)	104
Tabel 17 : Overzicht van de automatische meetplaatsen en gemeten pollutanten in de Antwerpse agglomeratie in 2017.....	107
Tabel 18 : Overzicht van de NO ₂ -meetplaatsen passieve samplers in 2017	108
Tabel 19: NO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017 (µg/m ³)	113
Tabel 20: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m ³ NO ₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007-2017.....	114
Tabel 21: PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017 (µg/m ³)	126
Tabel 22: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007-2017.....	127
Tabel 23: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017 (µg/m ³)	135
Tabel 24: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentratie > 25 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007-2017.....	136
Tabel 25: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2017 (µg/m ³)	144
Tabel 26 : Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen	150
Tabel 27 : Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof en PM ₁₀ en dit voor de winter- en zomermaanden van 2016 en 2017 en voor gans 2016 en 2017	152

////////////////////////////////////

Tabel 28 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2017 ten opzichte van 2016 voor NO ₂ (µg/m ³).....	166
Tabel 29 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2017 ten opzichte van 2016 voor zwarte koolstof (µg/m ³)	166
Tabel 30: Regelgeving voor SO ₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 2005)	200
Tabel 31: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (richtlijn 2008/50/EG).....	201
Tabel 32: Advieswaarden voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (WGO 2000 en 2005)	201
Tabel 33: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005).....	202
Tabel 34: Europese regelgeving voor PM _{2,5} (2008/50/EG).....	202
Tabel 35: Advieswaarden voor PM _{2,5} (WGO 2005)	203
Tabel 36: Regelgeving voor O ₃ (richtlijn 2008/50/EG)	203
Tabel 37: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000).....	204

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven.....	21
Figuur 2: Evolutie SO ₂ -emissies en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven.....	22
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO ₂ -emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2016	23
Figuur 4: Evolutie SO ₂ -emissie door de scheepvaart in de Antwerpse haven	25
Figuur 5: SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen	26
Figuur 6: Evolutie SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven	27
Figuur 7: Aantal dagen met daggemiddelde SO ₂ -concentratie > 20 µg/m ³	30
Figuur 8: Gemodelleerd SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2017.....	31
Figuur 9: Pollutierozen gemiddelde SO ₂ -concentraties in de Antwerpse haven in 2017	33
Figuur 10: Evolutie NO _x (NO ₂)-emissies en NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven.....	34
Figuur 11: Aandeel van de sectoren in de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse haven	36
Figuur 12: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen.....	37
Figuur 13: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen	38
Figuur 14: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven	39
Figuur 15: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven.....	39
Figuur 16: Overzicht statistische parameters NO ₂ in de Antwerpse haven	41
Figuur 17: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2017.....	42
Figuur 18: Pollutierozen NO ₂ -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017.....	44
Figuur 19: Zeropollutierozen NO ₂ -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017	45
Figuur 20: Evolutie NO ₂ -concentratie op de meetplaats Muisbroeklaan (R894).....	46
Figuur 21: dosisroos stikstofdioxide op meetplaats Muisbroeklaan.....	47
Figuur 22: pollutieroos stikstofdioxide op meetplaats Muisbroeklaan.....	47
Figuur 23: zeropollutieroos stikstofdioxide op meetplaats Muisbroeklaan.....	47
Figuur 24: Verkeersgegevens nabij meetstation Muisbroeklaan (R894)	48

Figuur 25: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM ₁₀ in de Antwerpse haven	49
Figuur 26: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2000 en 2016	50
Figuur 27: Primaire PM ₁₀ -emissies van verschillende sectoren en jaargemiddelde in Antwerpse haven	51
Figuur 28: Aandeel sectoren in primaire PM ₁₀ -stofemissies in de Antwerpse haven	52
Figuur 29: PM ₁₀ -jaargemiddelde Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen	53
Figuur 30: Evolutie PM ₁₀ -concentraties in de Antwerpse haven	54
Figuur 31: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven	56
Figuur 32: Gemodelleerde PM ₁₀ -concentratie in de Antwerpse haven in 2017	57
Figuur 33: Pollutierozen PM ₁₀ in de Antwerpse haven in 2017	58
Figuur 34: Zeropollutierozen voor PM ₁₀ in de Antwerpse haven in 2017	60
Figuur 35: Emissie van primair PM _{2,5} -emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven	61
Figuur 36: Aandeel sectoren primair PM _{2,5} -emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2016	62
Figuur 37: Evolutie PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse haven	64
Figuur 38: Evolutie PM _{2,5} -daggemiddelde in de Antwerpse haven	66
Figuur 39: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2017	67
Figuur 40: Pollutierozen PM _{2,5} -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017	69
Figuur 41: Zeropollutierozen PM _{2,5} -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017	70
Figuur 42: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in de Antwerpse haven	72
Figuur 43: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen	73
Figuur 44: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2017	74
Figuur 45: Pollutierozen gemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2017	76
Figuur 46: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2017	77
Figuur 47: Verkeersgegevens in de omgeving van meetstation Antwerpen-Luchtbal (M802)	78
Figuur 48: Emissies van precursoren met ozonvormend potentieel (ton TOFP-equivalent) en jaargemiddelde ozon in de Antwerpse haven	79
Figuur 49: Aandeel sectoren emissie precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven ...	80
Figuur 50: Evolutie O ₃ -concentraties in Berendrecht (R831)	81
Figuur 51: 90ste Percentiel pollutieroos ozon voor Berendrecht (R831) in 2017	84
Figuur 52: Industriële IMJV-emissies benzeen, toluen en xyleen-isomeren in de Antwerpse havengebied	85
Figuur 53: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven	86
Figuur 54: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven	88
Figuur 55: Evolutie toluenconcentraties in de Antwerpse haven	89
Figuur 56: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven	90
Figuur 57: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven	91
Figuur 58: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven	92
Figuur 59: histogram benzeenconcentraties in de Antwerpse haven	93
Figuur 60: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2017	94
Figuur 61: Pollutierozen toluen in de Antwerpse haven in 2017	95



Figuur 94: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2017.....	144
Figuur 95: Gemodelleerd jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2017	146
Figuur 96: Pollutieroos voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	147
Figuur 97: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2017	149
Figuur 98: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Park Spoor Noord (R803)	153
Figuur 99: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804).....	153
Figuur 100: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805)	154
Figuur 101: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817).....	154
Figuur 102: PM_{10} afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Park Spoor Noord (R803)	155
Figuur 103: PM_{10} afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804)	155
Figuur 104: PM_{10} afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805)	156
Figuur 105: PM_{10} afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817)	157
Figuur 106: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de wintermaanden 2017	159
Figuur 107: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de zomermaanden 2017	160
Figuur 108: Dagverlopen van PM_{10} afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} voor de wintermaanden 2017	161
Figuur 109: Dagverlopen van PM_{10} afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} voor de zomermaanden 2017.....	162
Figuur 110: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en voor zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) in 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	163
Figuur 111: Pollutieroos PM afkomstig van houtverbranding ($\text{PM}_{10_{\text{wb}}}$) en totaal PM_{10} in 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	164
Figuur 112: Daling in de jaargemiddelde concentraties in 2017 ten opzichte van 2016 in functie van de jaargemiddelde concentratie in 2016 voor NO_2 (bovenste figuur) en zwarte koolstof (onderste figuur) voor de meetstations in de Antwerpse agglomeratie	168
Figuur 113: Dagverloop van de NO_2 -concentraties op werkdagen (links) en op niet-werkdagen (rechts) voor de jaren 2016-2017 (schaal Y-as varieert soms).....	172
Figuur 114: Dagverloop van de concentraties zwarte koolstof op werkdagen (links) en op niet-werkdagen (rechts) voor de jaren 2016-2017 (schaal Y-as varieert soms).....	176



Figuur 115: Daling in de concentraties over de dag (per gemiddelde halfuur) in 2017 ten opzichte van 2016 in functie van de gemiddelde halfuurconcentratie 2016 tijdens werkdagen voor NO₂ (bovenste figuur) en voor zwarte koolstof (onderste figuur).....179

Figuur 116: Daling in de jaargemiddelde concentraties in 2017 ten opzichte van 2016 in functie van de jaargemiddelde concentratie in 2016 voor NO₂ (bovenste figuur) en zwarte koolstof (onderste figuur) voor alle Vlaamse meetstations180

Figuur 117: kaart afbakening Antwerpse haven192

Figuur 118: kaart afbakening Antwerpse agglomeratie194



1. LUCHTKWALITEIT IN DE ANTWERPSE HAVEN

In dit hoofdstuk bespreken we de luchtconcentraties en emissies van de verschillende polluenten in de Antwerpse haven. We toetsen de concentraties van 2017 aan de huidige en toekomstige Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend wordt besproken. De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen.

1.1 Het meetnet

In en rond het havengebied meet de VMM op verscheidene meetplaatsen één of meerdere polluenten met behulp van (semi)automatische toestellen:

- De automatische toestellen werken volledig autonoom.
- De semiautomatische toestellen nemen luchtstalen die in het labo verder geanalyseerd worden.

Op één meetplaats in de haven meet de VMM de depositie van PCB's met behulp van depositiekruiken. Op één locatie worden PAK's gemeten. In dit rapport gebruiken we de meteogegevens gemeten op de meetplaats Antwerpen-Luchtbal (M802).

De afbakening van de Antwerpse haven staat beschreven in bijlage 2. Binnen deze regio zijn verschillende meetplaatsen. Een overzicht van alle meetplaatsen vermeld in dit deel van het rapport, staat in Tabel 1. De meetresultaten van een aantal meetstations worden doorgegeven aan de Europese commissie binnen de gedefinieerde luchtkwaliteitszone Antwerpen Haven BEF01S. Daarnaast zijn er in en rondom die zone nog een aantal andere VMM-metplaatsen. Het betreft hier:

- industriële brongerichte meetplaatsen, waar de representativiteit voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is;
- meetplaatsen die net buiten de gedefinieerde luchtkwaliteitszone liggen, maar wel (sterke) invloed kennen van de havenactiviteiten of meer informatie geven over de achtergrondconcentratie;
- meetplaatsen van polluenten die niet aan Europa worden gerapporteerd;
- meetplaatsen die iets verderaf liggen maar informatie geven over de achtergrond.

Een aantal van deze meetstations worden ook gerapporteerd aan Europa in het kader van een andere luchtkwaliteitszone. De tabel toont naast de code, het adres en de Lambertcoördinaten. Er staat ook aangeduid welke meetstations opgenomen worden in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven. Figuur 1 toont welke polluenten we op welke meetplaats meten.

Er zijn enkele wijzigingen in het meetnet:

- De SO₂-metingen op de meetplaatsen Beveren – Meerminnedal (R823), Antwerpen – Luchtbal (M802) en Doel (R830) zijn stopgezet in het kader van efficiëntiemaatregelen.
- Op 8 maart 2017 werden de NO₂-metingen op de meetplaats Hoevenen (SA04) stopgezet.
- Op de meetplaatsen Beveren – Engelsesteenweg (AL02), Beveren – Watermolendijkweg (AL03), Beveren – Liefkenshoektunnel (AL04), Beveren – Ketenislaan (AL05) en Berendrecht – Hoefbladstraat (R831) werd de apparatuur vervangen door een toestel dat simultaan zowel PM₁₀ als PM_{2,5} meet.



- De PM₁₀- en PM_{2,5}-metingen op volgende meetplaatsen werden stopgezet: Antwerpen – Boudewijnsluis (AB01) en Berendrecht – Antwerpsebaan (AB02).
- De zwartekoolstofmeting op de meetplaats Boudewijnsluis (AB01) werd stopgezet. Op de meetplaatsen Liefkenshoektunnel (AL04) en Beveren-Ketenislaan (AL05) zijn nieuwe BC-metingen opgestart.
- De passieve VOS-metingen op Ekerse Dijk (R893) werden vervangen door actieve VOS-metingen.
- Het meetstation Zwijndrecht (R815) werd op 31/12/2017 stopgezet.

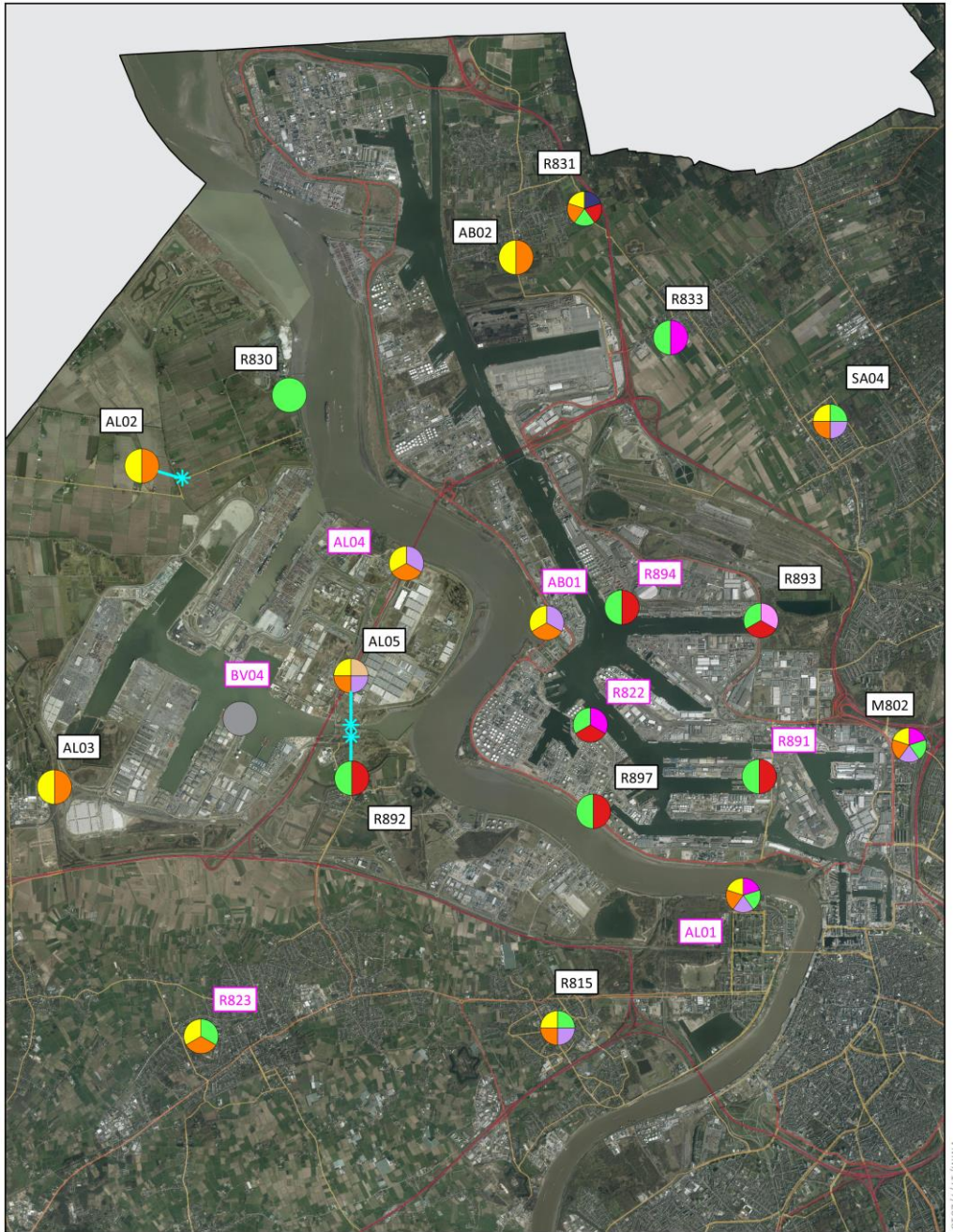
Meer informatie over de gemeten parameters en gebruikte apparatuur staat op de website <https://www.vmm.be/lucht>. De specificaties over onder meer het meetprincipe en de meetonzekerheid zijn terug te vinden in bijlage 1.

Tabel 1: Coördinaten meetplaatsen in de Antwerpse haven

Code Meetplaats	Adres	X	Y
Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa als Air Quality Zone Antwerpse haven (BEF01S)			
AB02*	Antwerpsebaan, 2040 Berendrecht	146730	225666
AL02*	Engelsesteenweg, Beveren	140657	221644
AL03*	Pomphuis, Watermolendijkweg, Beveren	138326	216020
AL05*	Sluis van Kallo, Ketenislaan, Beveren	143727	217031
M802*	Havannastraat, 2030 Antwerpen	153884	216790
R815*	Laarstraat, 2070 Zwijndrecht	147489	211634
R830*	Scheldemolenstraat, 9130 Beveren-Waas (Doel)	142601	223162
R831*	Hoefbladstraat, 2040 Berendrecht	147976	226558
R833*	PITO, Laageind, 2940 Stabroek	149541	224212
R892*	Kallosluis, 9120 Kallo	143727	217020
R893*	Ekerse Dijk, 2180 Ekeren	151187	219057
R897*	Scheldelaan, 2030 Antwerpen	148139	215578
SA04*	Abelenlaan, 2940 Hoevenen (Stabroek)	152448	222679
Andere meetplaatsen			
AB01*	Boudewijnsluis, 2000 Antwerpen	147285	219010
AL01*	Wandeldijk, 2050 Antwerpen-Linkeroever	150865	214046
AL04*	Liefkenshoektunnel, Beveren	144735	220096
BV04	Land Van Waaslaan – haven 1204, 9120 Kallo	141709	217269
R822*	Polderdijkweg, 2030 Antwerpen	148082	217156
R823	Meerminendam, Beveren	141037	221484
R891*	Scheurweg, 2030 Antwerpen	151159	216212
R894*	Muisbroeklaan, 2030 Antwerpen	148656	219293

* deze meetplaatsen worden meegenomen in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017



Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa (BEF01S) hebben zwart label, andere meetplaatsen roze label.



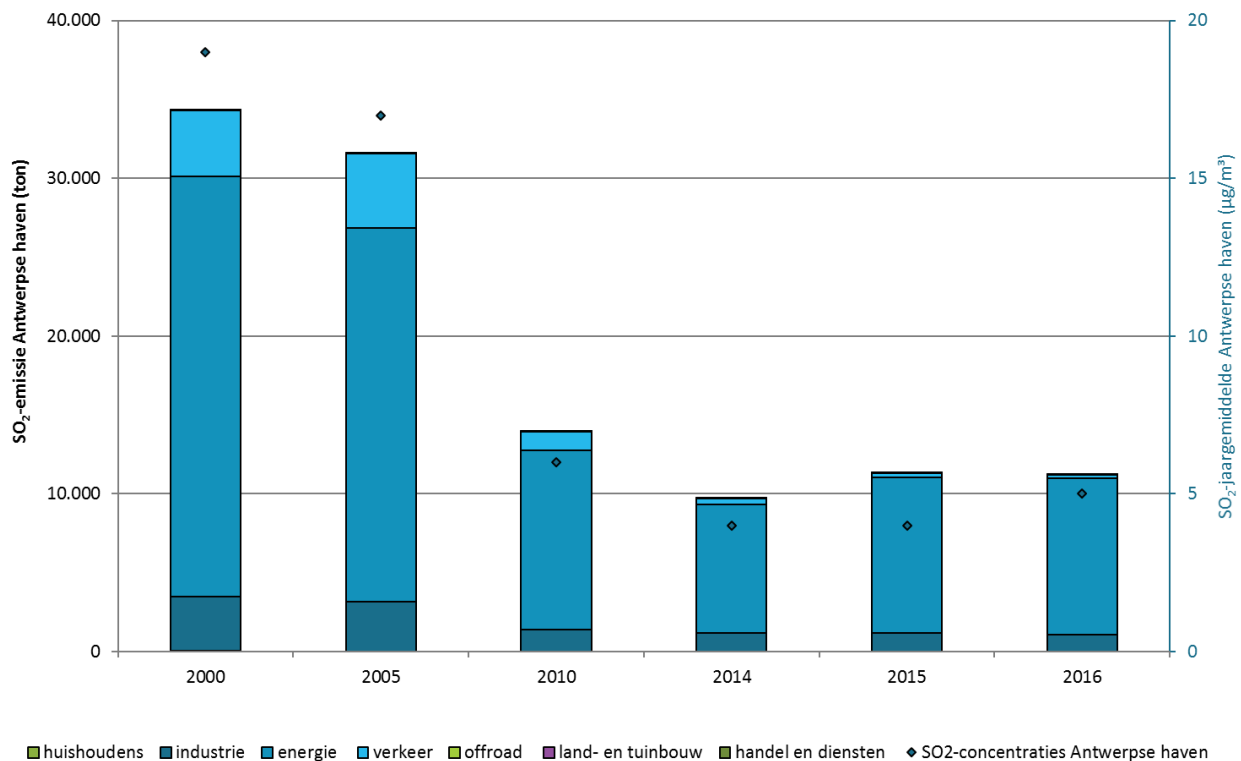
1.2 Zwaveldioxide – SO₂

In deze paragraaf bespreken we achtereenvolgens de emissies van SO₂ en de trend van de SO₂-concentraties. We toetsen de concentraties aan de regelgeving en bekijken de geografische spreiding.

1.2.1 Emissie van SO₂

Figuur 2 toont de emissie van de verschillende sectoren in de Antwerpse haven voor 2000, 2005, 2010 en 2014 tot en met 2016. Het virtuele SO₂-jaargemiddelde van de Antwerpse haven staat ook aangeduid. Er is een duidelijke daling te zien in zowel de emissies als de concentraties in de volledige periode. In de periode 2014 t.e.m. 2016 is er echter een licht stijgende trend. Het grootste aandeel van de emissies is afkomstig van de energiesector. Deze omvatten de elektriciteitscentrales en de petroleumraffinaderijen in 2000, 2005 en 2010. Vanaf 2014 zijn de emissies voor energie volledig toe te schrijven aan de petroleumraffinaderijen.

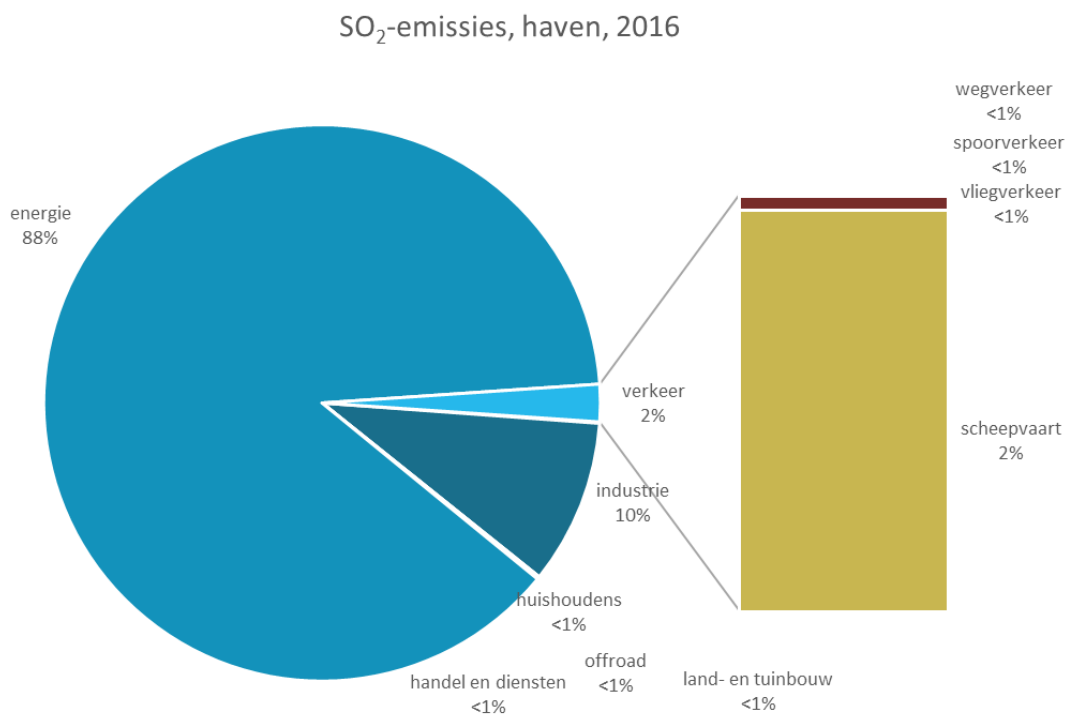
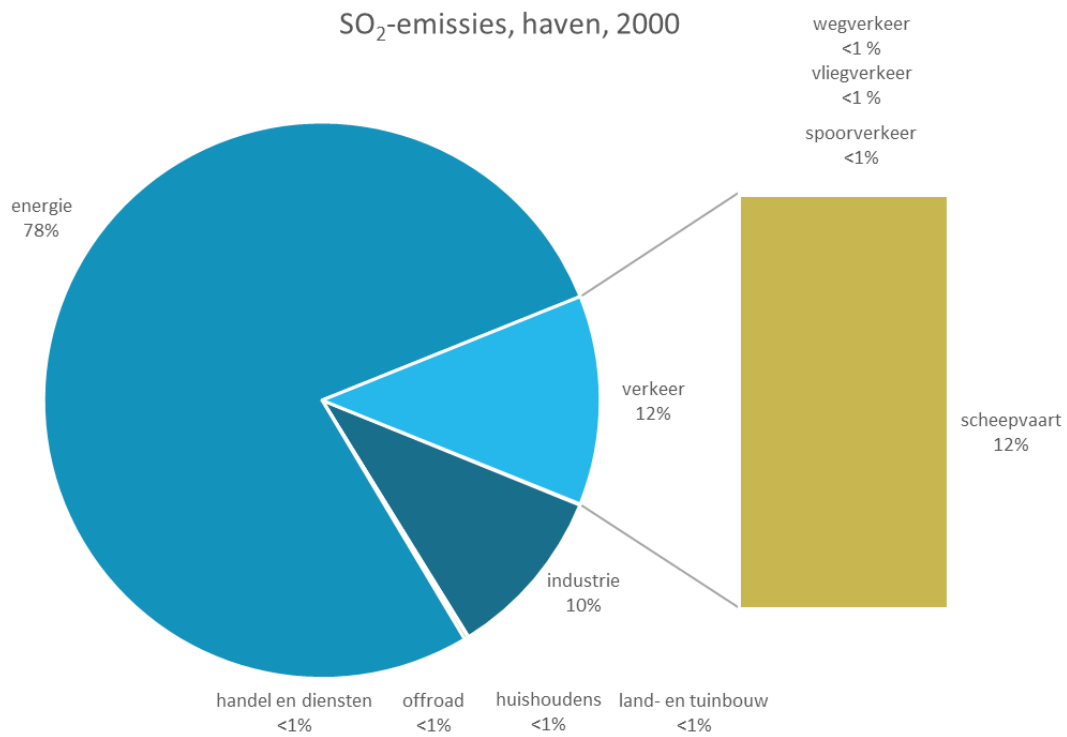
Figuur 2: Evolutie SO₂-emissies en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de SO₂-emissies in de jaren 2000 en 2016. De energiesector, die de petroleumraffinaderijen en de elektriciteitscentrales omvat, heeft het grootste aandeel. In 2000 was 77 % van de emissies afkomstig van de petroleumraffinaderijen. In 2016 loopt dit aandeel op tot 88 % en zijn er geen emissies meer van de elektriciteitscentrales in dit gebied. Het aandeel van het verkeer daalt van 12 % in 2000 naar 2 % in 2016; dit aandeel bestaat uit vrijwel enkel emissies van scheepvaart. Het aandeel van de sector industrie blijft gelijk tussen 2000 en 2016 en bedraagt 10 %. De andere sectoren hebben een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO₂-emissies.

Figuur 3: Aandeel sectoren in SO₂-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2016

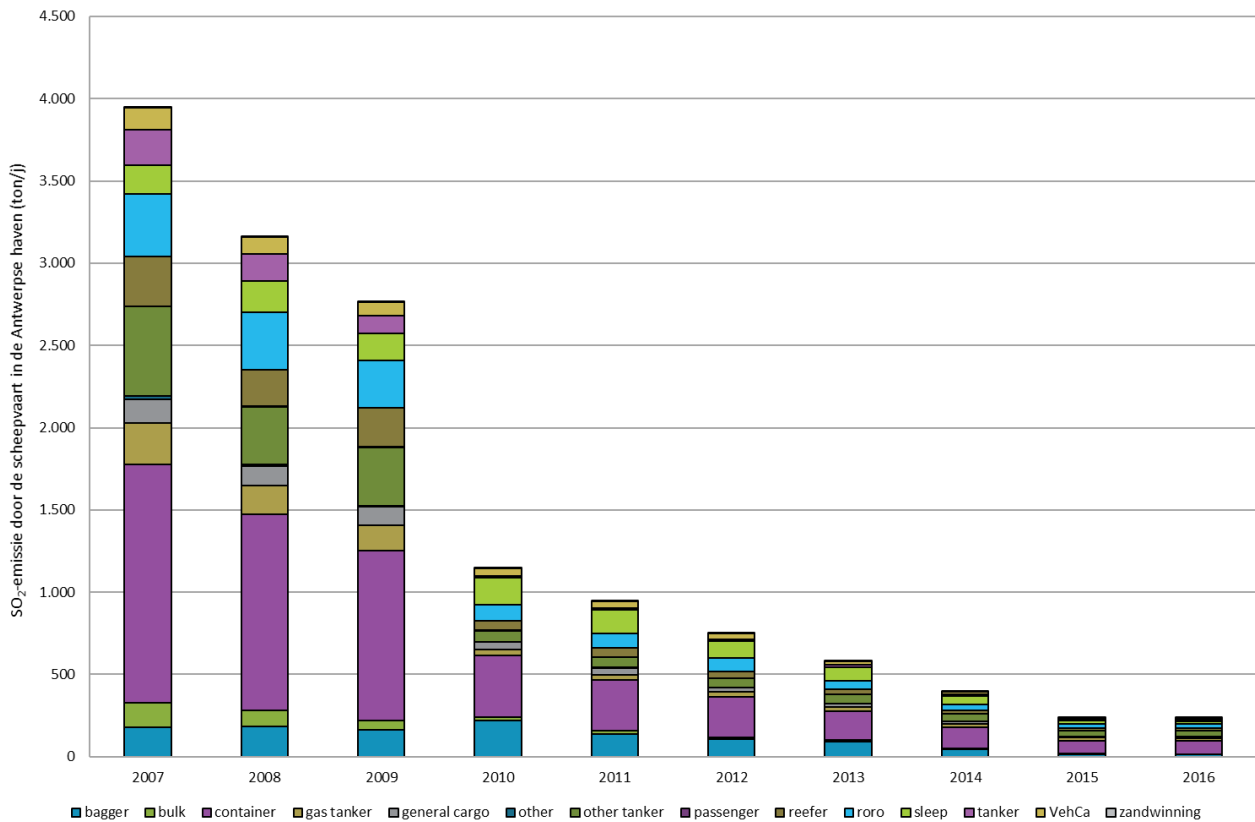


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 4 toont de uitstoot van de scheepvaart in de Antwerpse haven.



Figuur 4: Evolutie SO₂-emissie door de scheepvaart in de Antwerpse haven

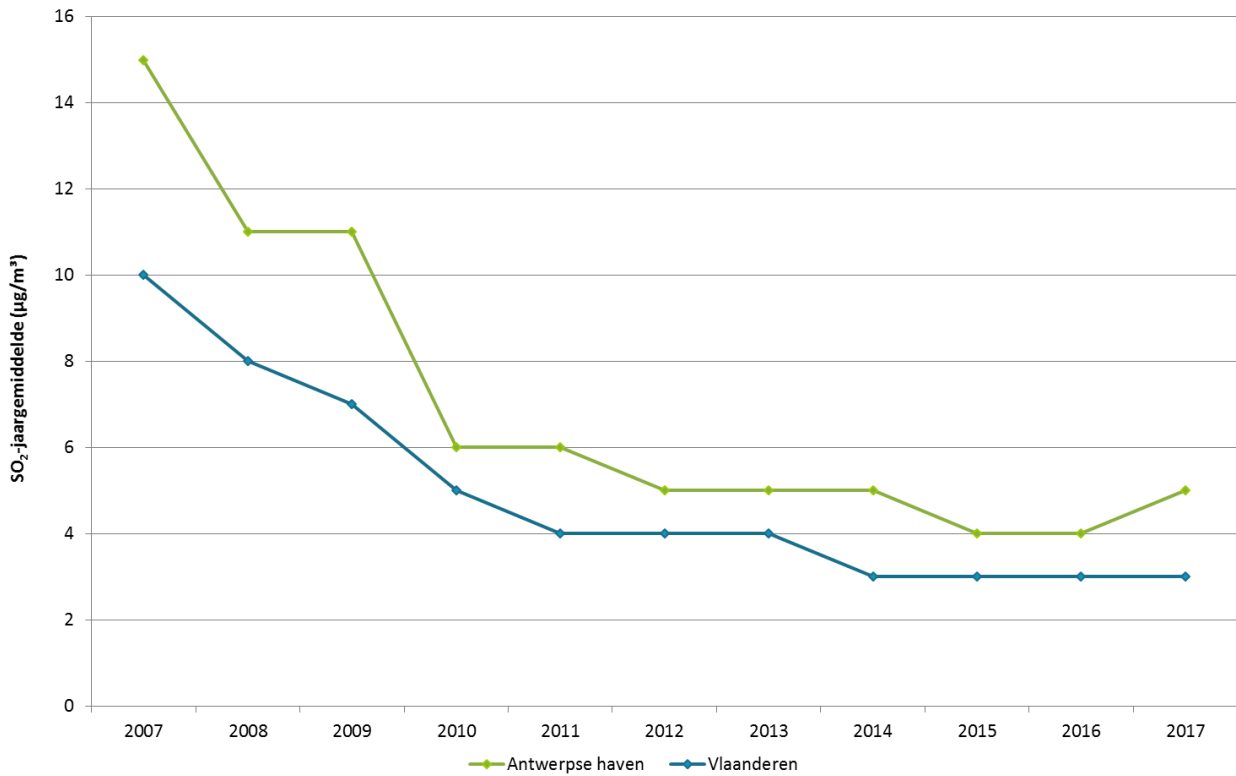


1.2.2 Trend van SO₂-concentraties

Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutie in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 5 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' en 'Vlaanderen'. Op de figuur zien we een scherpe daling in de periode 2007-2010. Vanaf 2011 is het verloop stagnerend tot licht dalend. In 2017 is er opnieuw een lichte stijging, maar dit is wellicht een artefact door het stopzetten van enkele meetplaatsen met lage concentraties, namelijk Beveren – Meerminnendal (R823), Antwerpen – Luchtbal (M802) en Doel (R830). Het SO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven ligt hoger dan het Vlaams gemiddelde. Beide houden wel eenzelfde trend.



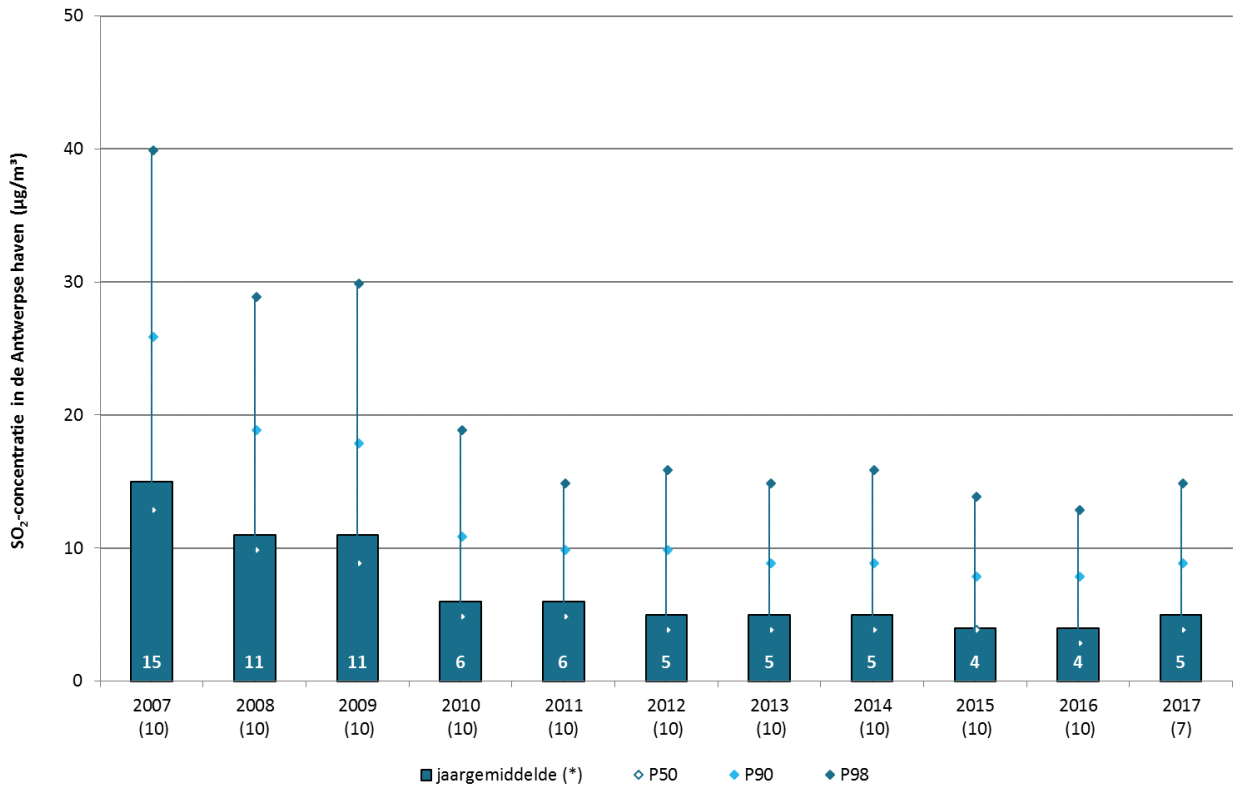
Figuur 5: SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen



Figuur 6 toont het verloop van enkele statistische parameters van de SO₂-concentraties (op basis van uurwaarden) op de virtuele meetplaats 'Antwerpse haven' in de periode 2007-2017. Tot 2010 daalden de concentraties aanzienlijk, zowel het jaargemiddelde als de hogere percentielen. Deze daling stabiliseerde vanaf 2011. Het jaargemiddelde kent een stabiel verloop, de piekwaarden (P90 en P98) kennen een grilliger verloop. De gemeten SO₂-concentraties zijn laag, het SO₂-jaargemiddelde was in 2017 nog maar ongeveer één derde van het jaargemiddelde gemeten in 2007.



Figuur 6: Evolutie SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

*: In de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.

1.2.3 Toetsing van SO₂-concentraties

Tabel 2 toont de belangrijkste statistische parameters, namelijk het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel en de maximum dagwaarde van zwaveldioxide per meetplaats voor de jaren 2015, 2016 en 2017. Ook tonen we de waarden voor het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven en de waarden voor de meetplaats Beveren – Meerminnendal (R823).



Tabel 2: Belangrijkste statistische parameters voor SO₂

o.b.v. UURWAARDEN SO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	2015				2016				2017			
	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.
M802* (Luchtbal)	3	1	14	69	2	1	12	55	/	/	/	/
R815* (Zwijndrecht)	3	1	19	111	3	1	20	136	/	/	/	/
R822 (Polderdijkweg)	8	5	43	253	7	5	33	228	8	5	47	256
R830* (Doel)	2	1	13	48	3	1	15	142	/	/	/	/
R831* (Berendrecht)	3	1	14	75	2	1	14	106	2	1	13	481
R891 (Scheurweg)	5	2	40	162	3	2	17	51	4	3	18	131
R892* (Kallo)	3	1	17	173	3	1	18	157	3	1	16	63
R893* (Ekeren)	4	2	21	117	4	1	19	89	4	3	22	59
R894 (Muisbroeklaan)	9	5	54	170	10	4	61	164	10	5	62	174
R897* (Scheldelaan)	4	1	27	197	4	1	27	232	3	2	25	94
Virtueel gemiddelde haven	4	4	14	32	4	3	13	27	5	4	15	74
R823 (Meerminnendam)	/	/	/	/	2	1	11	69	/	/	/	/

*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

De Europese normen voor SO₂ werden in 2017 gerespecteerd. Op het meetstation Berendrecht (R831) werd één uur een waarde hoger dan 350 µg/m³ gemeten. De meest recente overschrijding van de uurgrenswaarde (>350 µg/m³, max. 24 uren per jaar) was in 2008 op R822 (Polderdijkweg) waarbij er 25 uren met een concentratie hoger dan 350 µg/m³ werden opgetekend. Ook de Europese dagnorm van 125 µg/m³ (maximaal 3 dagen) werd in 2008 voor het laatst overschreden op diezelfde meetplaats. De WGO-dagadvieswaarde werd wel overschreden. Tabel 3 toont het aantal dagen met een overschrijding van de WGO-advieswaarden van 20 µg/m³ tussen 2007-2017.

Tabel 3: Aantal dagen met een overschrijding van de WGO-dagadvieswaarde van 20 µg/m³

Aantal dagen	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
M802* (Luchtbal)	27	3	7	0	0	0	0	1	0	0	/
R815* (Zwijndrecht)	33	9	9	2	0	5	4	11	2	2	/
R822 (Polderdijkweg)	180	97	87	21	26	20	8	18	10	9	18
R830* (Doel)	22	17	6	2	0	0	2	1	0	2	/
R831* (Berendrecht)	21	18	8	1	0	0	0	1	0	0	1
R891 (Scheurweg)	168	121	87	32	33	21	5	6	19	1	0
R892* (Kallo)	97	31	13	5	0	1	2	2	1	1	1
R893* (Ekeren)	62	26	24	0	1	1	1	1	1	0	1
R894 (Muisbroeklaan)	155	63	74	25	39	38	25	27	26	35	38
R897* (Scheldelaan)	69	32	39	14	4	3	5	7	6	8	4
R823 (Meerminendam)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	/

Overschrijdingen van de grenswaarden en advieswaarden worden in rood getoond.

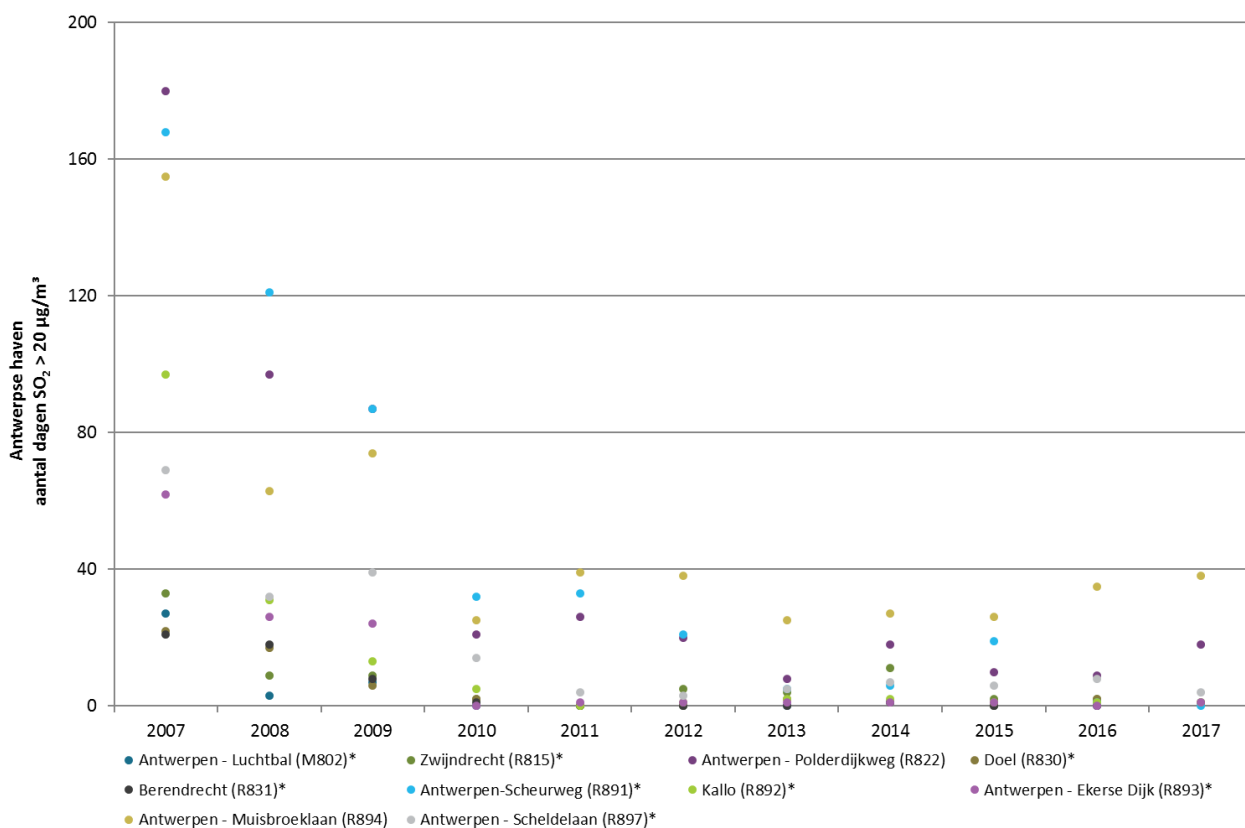
*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

De huidige situatie geeft een duidelijke verbetering ten opzichte van 2007 toen deze advieswaarde op alle meetplaatsen veelvuldig werd overschreden. Figuur 7 illustreert deze opmerkelijke verbetering.

De meetplaats in de Muisbroeklaan (R894) kende in 2007 nog 155 dagen een concentratie van > 20 µg/m³. Deze meetplaats heeft in 2017 ook nog het meeste overschrijdingsdagen, namelijk 38. Het is echter een industrieel gerichte meetplaats, de impact op woongebieden is hierdoor beperkt. Andere meetplaatsen met meerdere overschrijdingsdagen zijn Scheldelaan (R897) en Polderdijkweg (R822).



Figuur 7: Aantal dagen met daggemiddelde SO₂-concentratie > 20 µg/m³



*: gerapporteerd aan Europa (BEF015)

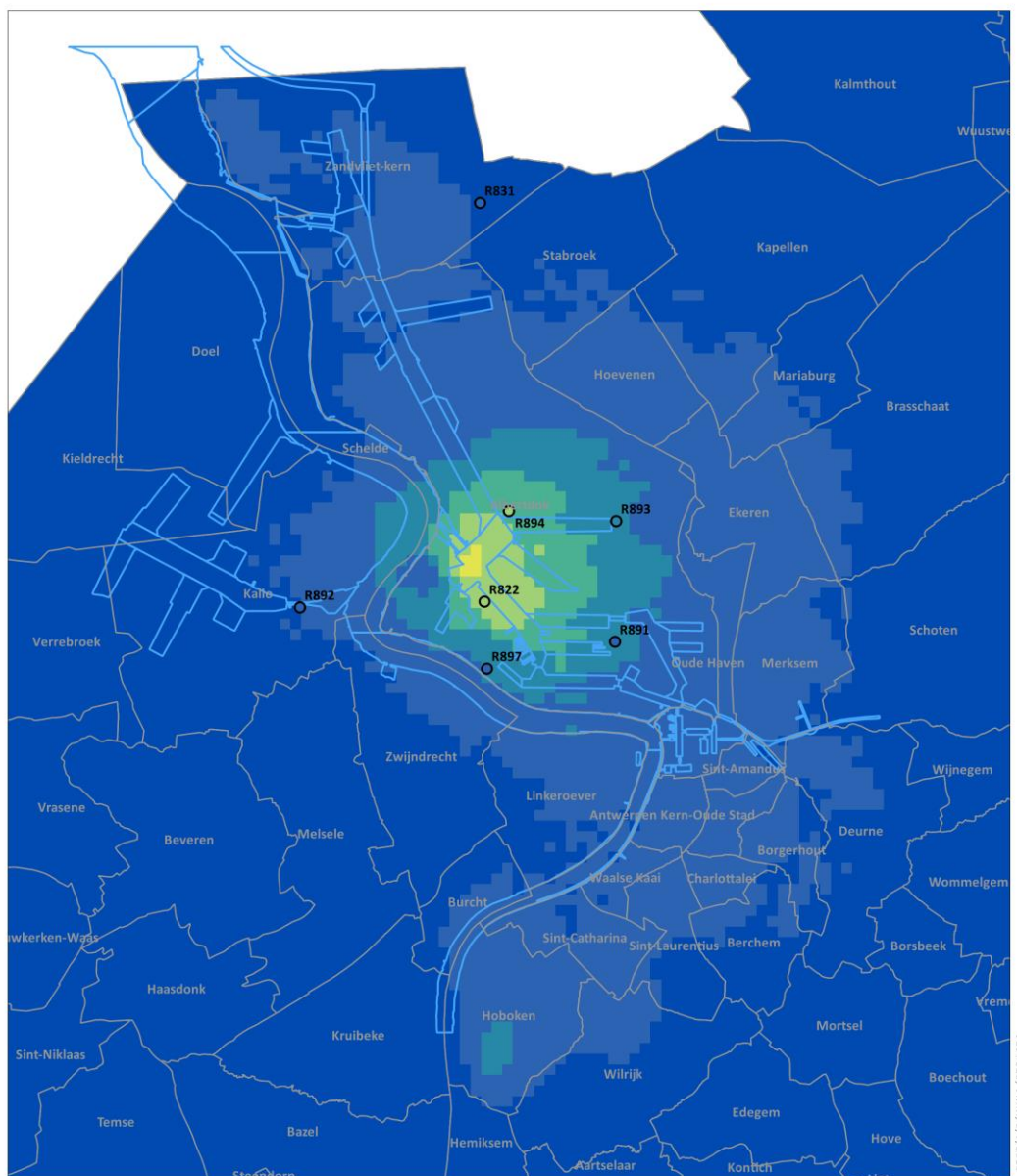
1.2.4 Geografische spreiding van SO₂-concentraties

1.2.4.1 Gemodelleerde SO₂-concentraties

Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse haven te kunnen inschatten, gebruiken we het VLOPS-model, zie Figuur 8. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. De berekeningsmethode kan een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de SO₂-verontreiniging in Vlaanderen.

Zoals verwacht schat het model dat de hoogste concentraties voorkomen in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. In de ruimere agglomeratie, waar ook bewoning is, schat het VLOPS-model de concentraties lager in. In vergelijking met 2015 zijn er hogere concentraties te zien op de kaart. De emissies van een aantal raffinaderijen liggen hoger in 2016.

Figuur 8: Gemodelleerd SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2017



SO₂-jaargemiddelde berekend met VLOPS (µg/m³)

<= 2
 2 - 4
 4 - 6
 6 - 8
 8 - 10
 > 10

● SO₂-meetplaatsen 2017 (kleur = gemeten concentratie)

— Antwerpse Haven

□ Deelgemeente

0 1 2 3 4 km

De gemiddelde onzekerheid na kalibratie bedraagt 1,08 µg/m³ en de relatieve onzekerheid is 21 %.



1.2.4.2 Pollutierozen SO₂

Figuur 9 toont de pollutierozen van SO₂ met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2017 in het havengebied. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van de raffinaderijen gelegen in het centrum van het havengebied. Ook zien we een bron ten zuiden van de meetplaats Antwerpen-wandeldijk (AL01). Deze SO₂-emissies zijn afkomstig van het bedrijf Argex, een producent van kleikorrels, gelegen op de grens tussen Zwijndrecht en Kruibeke.



Figuur 9: Pollutierozen gemiddelde SO₂-concentraties in de Antwerpse haven in 2017



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 pollutierozen SO₂

- ✱ Meetplaats
- R822
- R892
- R897
- R831
- R893
- R891
- R894



1.3 Stikstofoxides – NO/NO₂

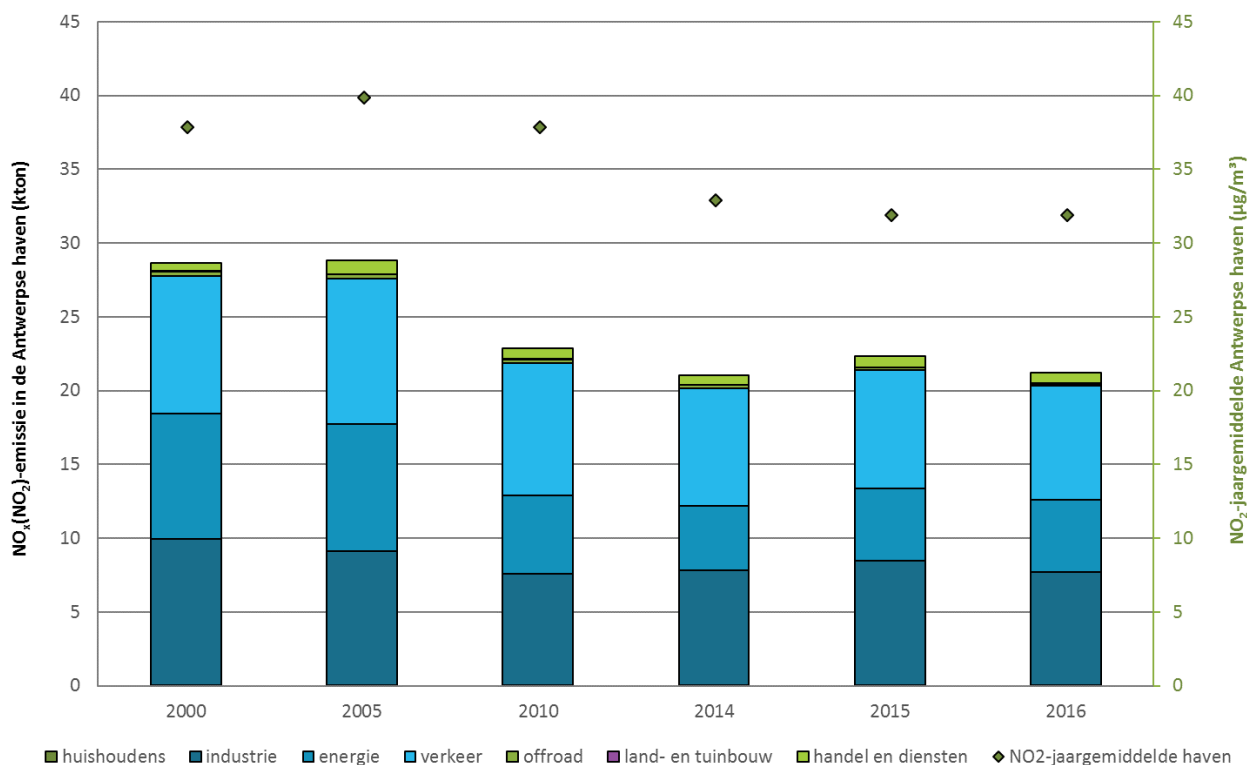
In deze paragraaf bekijken we de emissies van stikstofoxides en de trend van de NO_x-concentraties. We toetsen de concentraties aan de reglementering en we bekijken de geografische verdeling in het havengebied.

1.3.1 Emissie van NO_x (NO₂)

Figuur 10 toont de evolutie van de NO_x (NO₂)-emissies per sector en het jaargemiddelde gemeten in de Antwerpse haven.

In de periode 2000-2016 was er een daling van 26 % van de totale NO_x (NO₂)-emissie. De daling in de emissies tussen 2005 en 2014 vinden we ook terug in de concentraties. De emissies stabiliseren vanaf 2014. Na een lichte stijging in 2015, ligt de totale NO_x (NO₂)-emissie in 2016 opnieuw op het niveau van 2014. De drie belangrijkste sectoren voor de uitstoot zijn industrie, verkeer en energie. De resterende sectoren handel en diensten, offroad, huishoudens en land- en tuinbouw zijn voor NO_x (NO₂)-emissies verwaarloosbaar. De drie belangrijkste sectoren kenden over de volledige periode een daling van de absolute waarden. Tussen 2015 en 2016 namen de emissies van de elektriciteitscentrales (energie) toe. De emissies van de sectoren industrie en verkeer en de petroleumraffinaderijen daalden wel t.o.v. 2015.

Figuur 10: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies en NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven

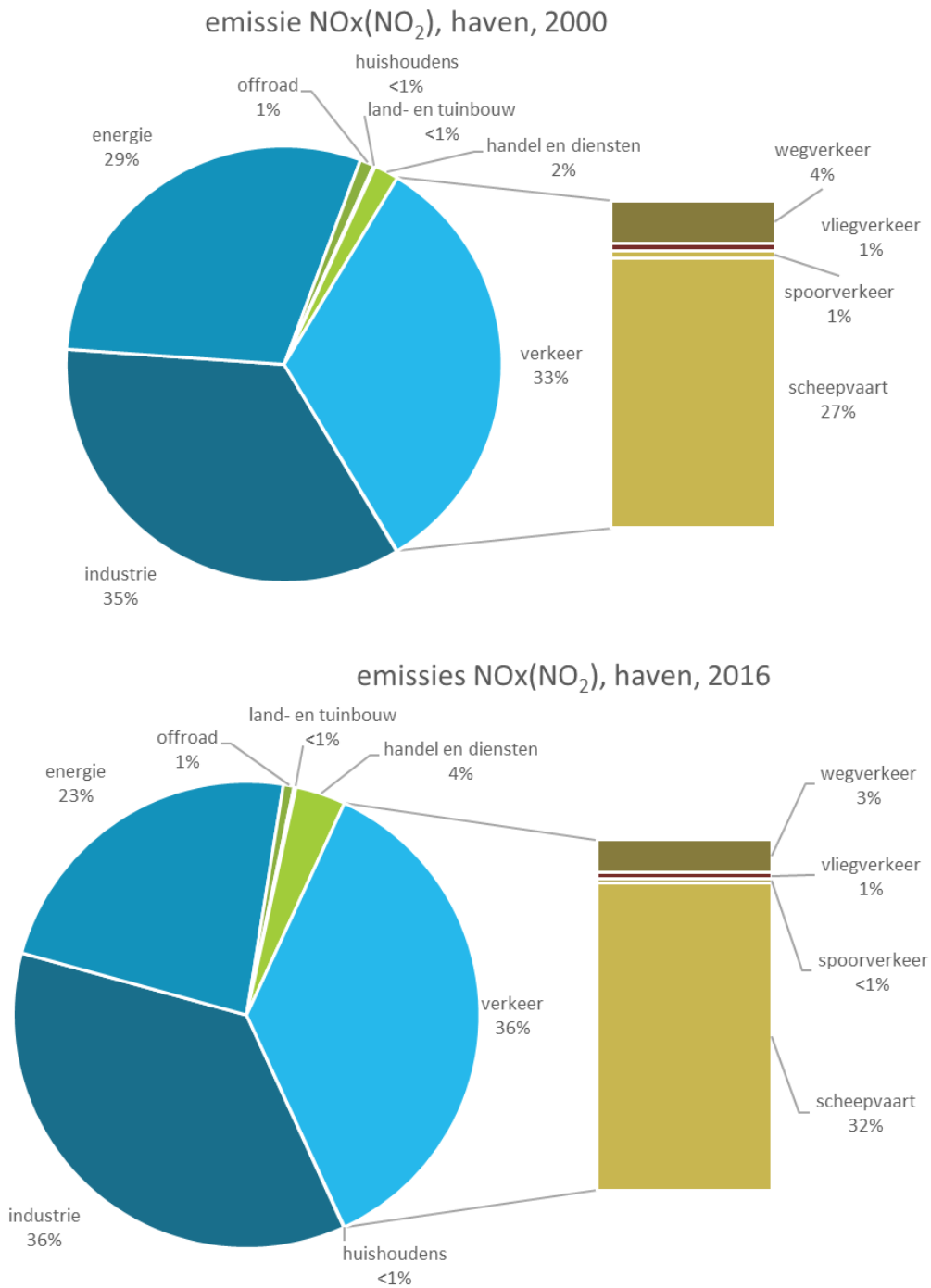


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 11 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de jaren 2000 en 2016. Hierbij zien we dat het aandeel van energie het sterkst wijzigde, namelijk van 29 % naar 23 %. In 2016 was 4,5 % van die uitstoot van elektriciteitscentrales en 18,7 % van de petroleumraffinaderijen. De industrie kent in 2000 het grootste aandeel. Verkeer stootte in 2016 de meeste emissies uit. Het relatieve aandeel van verkeer stijgt van 33 % naar 36 %. In absolute waarden is er echter een daling.



Figuur 11: Aandeel van de sectoren in de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse haven



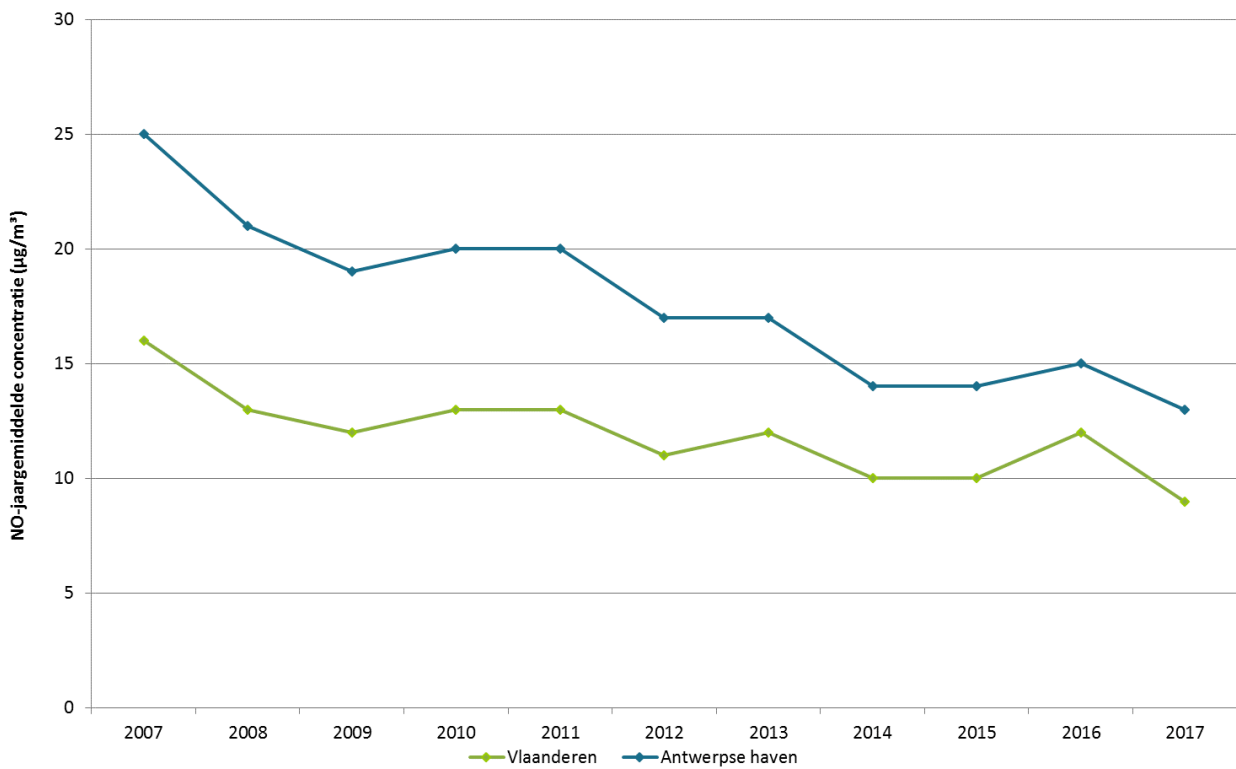
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



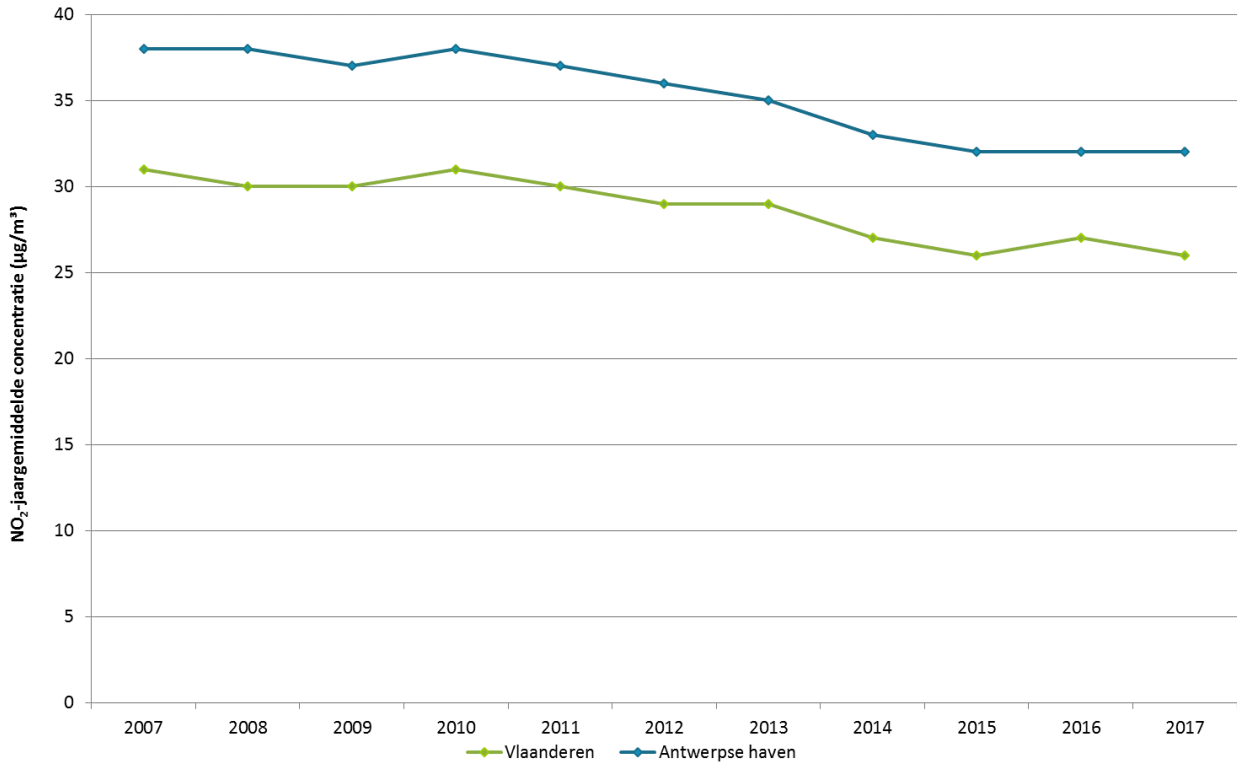
1.3.2 Trend van NO_x-concentraties

Figuur 12 en Figuur 13 tonen het verloop van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Vlaanderen' en 'Antwerps haven' in de periode 2007-2017. In die periode was er een dalende trend in de Antwerpse haven en in Vlaanderen voor zowel de NO- als de NO₂-concentraties. De concentraties van NO₂ lagen in 2017 in de Antwerpse haven zo'n 20 % hoger dan het Vlaams gemiddelde.

Figuur 12: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen



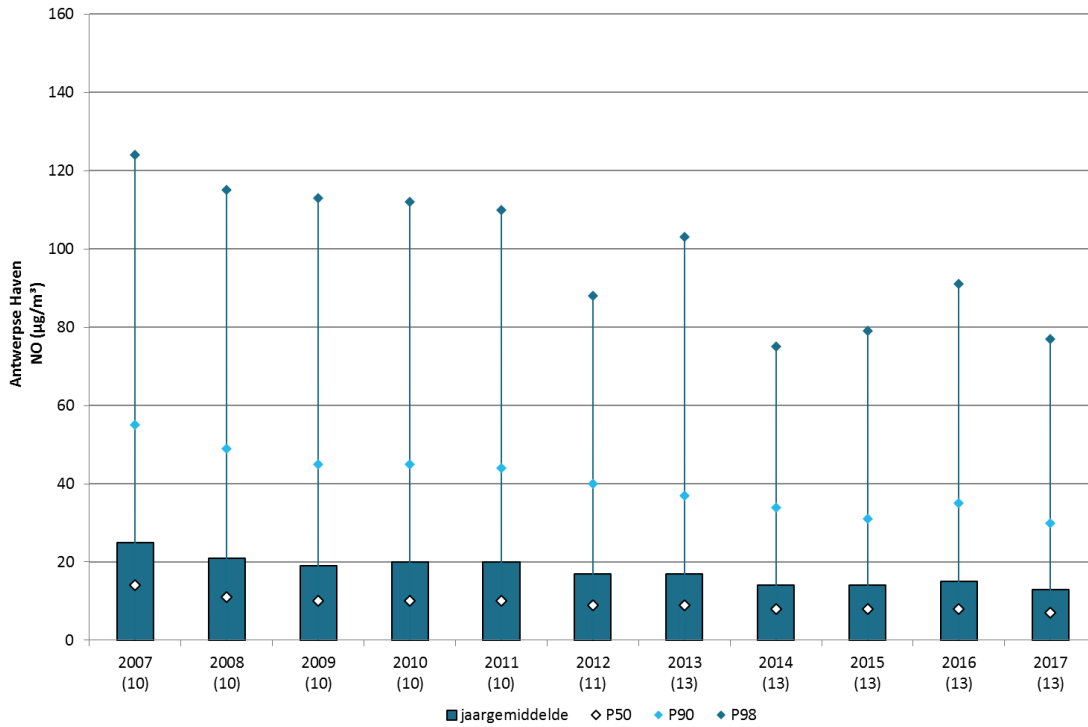
Figuur 13: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen



Figuur 14 en Figuur 15 tonen het verloop van enkele statistische parameters – jaargemiddelde, P50, P90 en P98 – van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ in de periode 2007-2017. Beide figuren tonen een dalende trend over de hele periode. De gemiddelde concentraties stabiliseren vanaf 2014. Sinds 2012 kennen de hoge piekwaarden een grilliger verloop bij beide pollutanten.

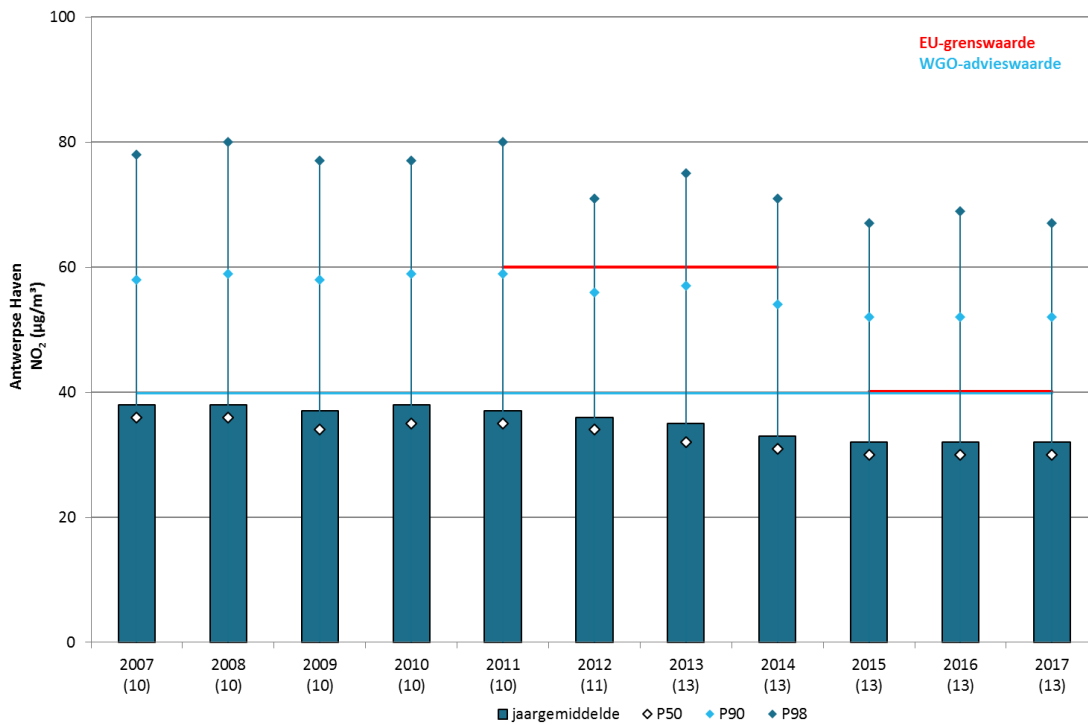


Figuur 14: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.

Figuur 15: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.



1.3.3 Toetsing van NO₂-concentraties

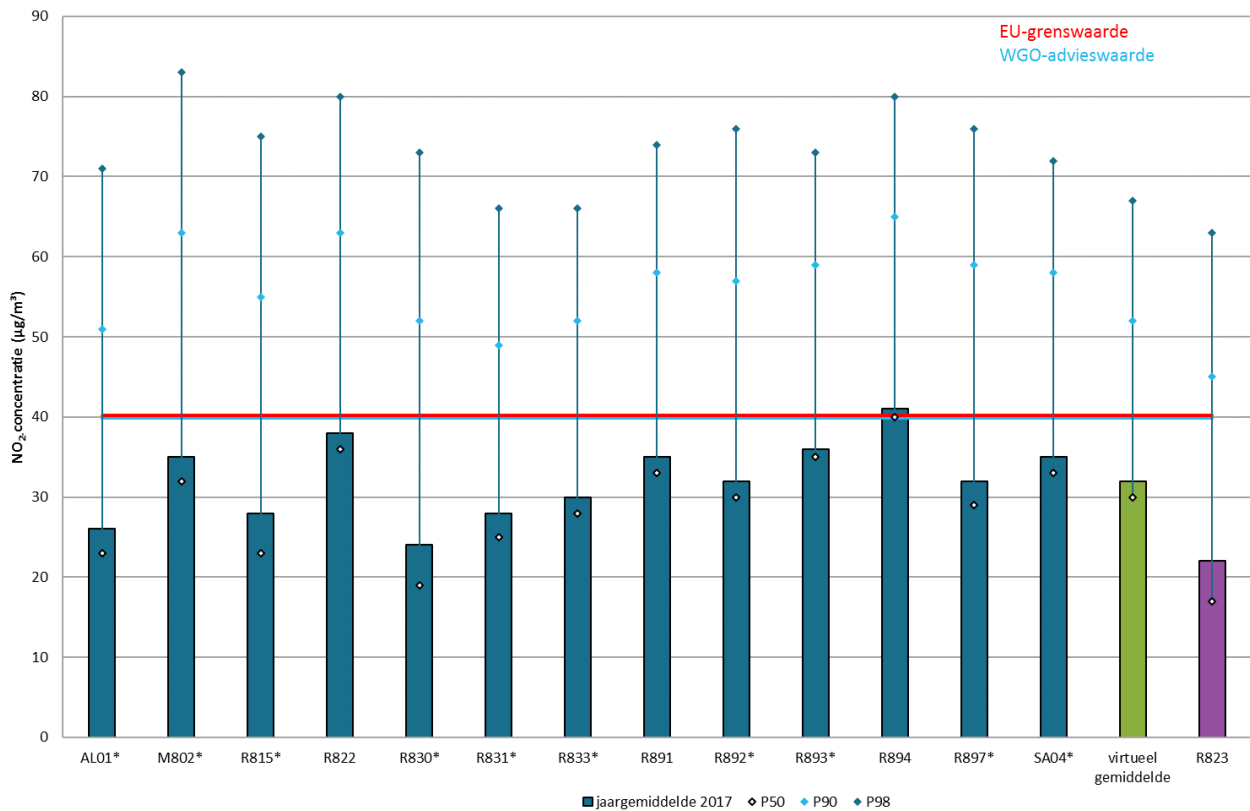
Volgende tabel bevat per meetplaats de belangrijkste statistische parameters voor NO₂, namelijk het jaargemiddelde, het 50ste, 90ste en 98ste percentiel en de maximale uurwaarde voor 2017. Hierbij zijn alle individuele meetplaatsen in de haven, het virtueel gemiddelde en de waarden voor de meetplaats Beveren – meerminnedam (R823) weergegeven. Figuur 16 geeft een visuele voorstelling van de tabel.

Tabel 4: Belangrijkste statistische parameters voor NO₂ (2017)

UURWAARDEN NO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	Jaargemiddelde	P50	P90	P98	Max. uurwaarde
AL01* (Antwerpen - Wandeldijk)	26	23	51	71	118
M802* (Antwerpen- Luchtbal)	35	32	63	83	141
R815* (Zwijndrecht)	28	23	55	75	122
R822 (Polderdijkweg)	38	36	63	80	136
R830* (Doel)	24	19	52	73	115
R831* (Berendrecht)	28	25	49	66	113
R833* (Stabroek)	30	28	52	66	124
R891 (Antwerpen- Scheurweg)	35	33	58	74	124
R892* (Kallo)	32	30	57	76	115
R893* (Ekeren)	36	35	59	73	117
R894 (Antwerpen-Muisbroeklaan)	41	40	65	80	130
R897 *(Antwerpen - Scheldelaan)	32	29	59	76	115
SA04* (Hoevenen)	35 [#]	33 [#]	58 [#]	67 [#]	106 [#]
Virtueel gemiddelde haven	32	30	52	67	101
R823 (Beveren)	22	17	45	63	96

*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S). # < 90 % databeschikbaarheid. Overschrijding aangeduid in rood.

Figuur 16: Overzicht statistische parameters NO₂ in de Antwerpse haven



* gerapporteerd aan Europa (BEF01S); SA04: <90% databeschikbaarheid

In 2017 bleef de uurgrenswaarde – maximum 18 uurgemiddelden hoger dan 200 µg/m³ – op alle meetplaatsen gerespecteerd. De WGO-uuradvieswaarde, waarbij geen enkele keer het uurgemiddelde hoger mag zijn dan 200 µg/m³, werd ook gerespecteerd. De Europese jaargrenswaarde en de WGO-jaaradvieswaarde (40 µg/m³) werden op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) overschreden. Deze meetplaats is gelegen in een industriezone. De rechtstreekse impact van de verhoogde NO₂-concentraties op nabijgelegen woonzones is dus eerder beperkt.

1.3.4 Geografische spreiding van NO₂-concentraties

1.3.4.1 Gemodelleerde NO₂-concentratie

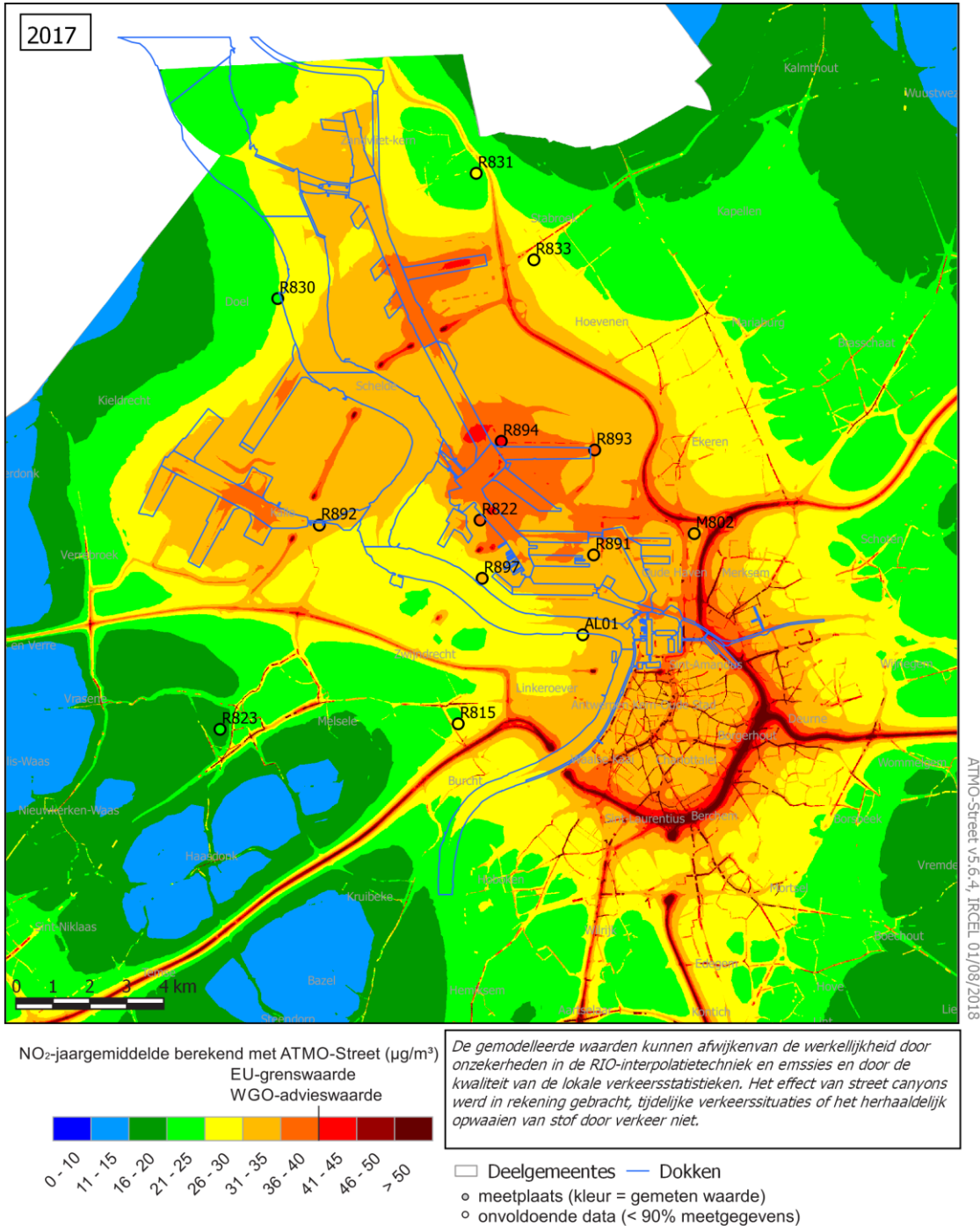
De gegevens in Figuur 17 zijn gebaseerd op de ATMOSstreet-modellering. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven van bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging.

De ATMOSstreet-kaart toont de bijdrage van het verkeer op de Antwerpse ring en de aangesloten autosnelweg. De autosnelweg A12 Antwerpen – Breda die evenwijdig met het havengebied van zuid naar noord loopt, draagt ook bij tot de verhoogde concentraties in de omgeving van de haven. Op M802 (Antwerpen - Luchtbal) wordt de impact van de haven en de A12 Antwerpen - Breda en E19 Antwerpen – Bergen Op Zoom getoond. De industriële invloed op de meetplaatsen in de Scheurweg (R891), Ekerse Dijk (R893), Muisbroeklaan (R894) en Polderdijkweg (R822) zijn zichtbaar op de kaart en worden bevestigd door



de pollutierozen van deze meetlocaties. De R2 is duidelijk zichtbaar met concentratieverhogingen ter hoogte van de tunnelmonden.

Figuur 17: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2017



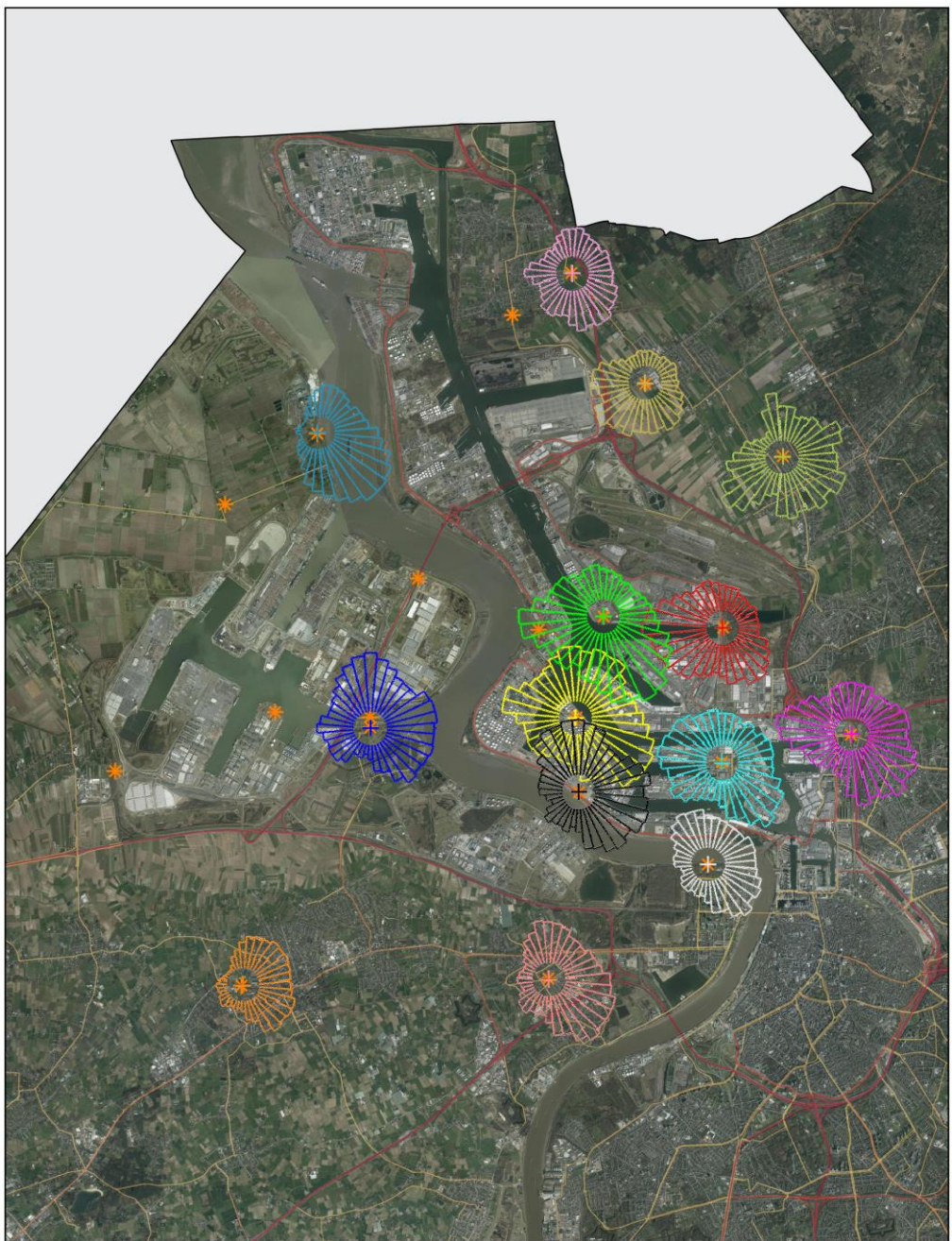
De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen de 10.4 en 14.0 µg/m³

1.3.4.2 Pollutierozen NO₂

Figuur 18 toont de pollutierozen van de halvuurgemiddelden voor NO₂ voor 2017. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van de belangrijkste NO_x-bronnen. Om de bronnen duidelijker te identificeren maakten we ook zeropollutierozen (Figuur 19). Meetplaatsen gelegen aan de rand van de haven vertonen invloed vanuit de haven. Centraal gelegen meetplaatsen (bv. Antwerpen-Polderdijkweg - R822 en Muisbroeklaan - R894) worden beïnvloed door bronnen in verschillende windsectoren. Een belangrijke industriële bron is het bedrijf Lanxess. Ook verkeersknooppunten in het havengebied en in de richting van de Antwerpse ring met de belangrijkste autosnelwegen zijn zichtbaar.

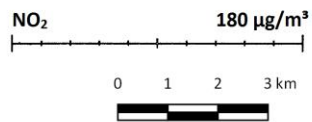


Figuur 18: Pollutierozen NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017

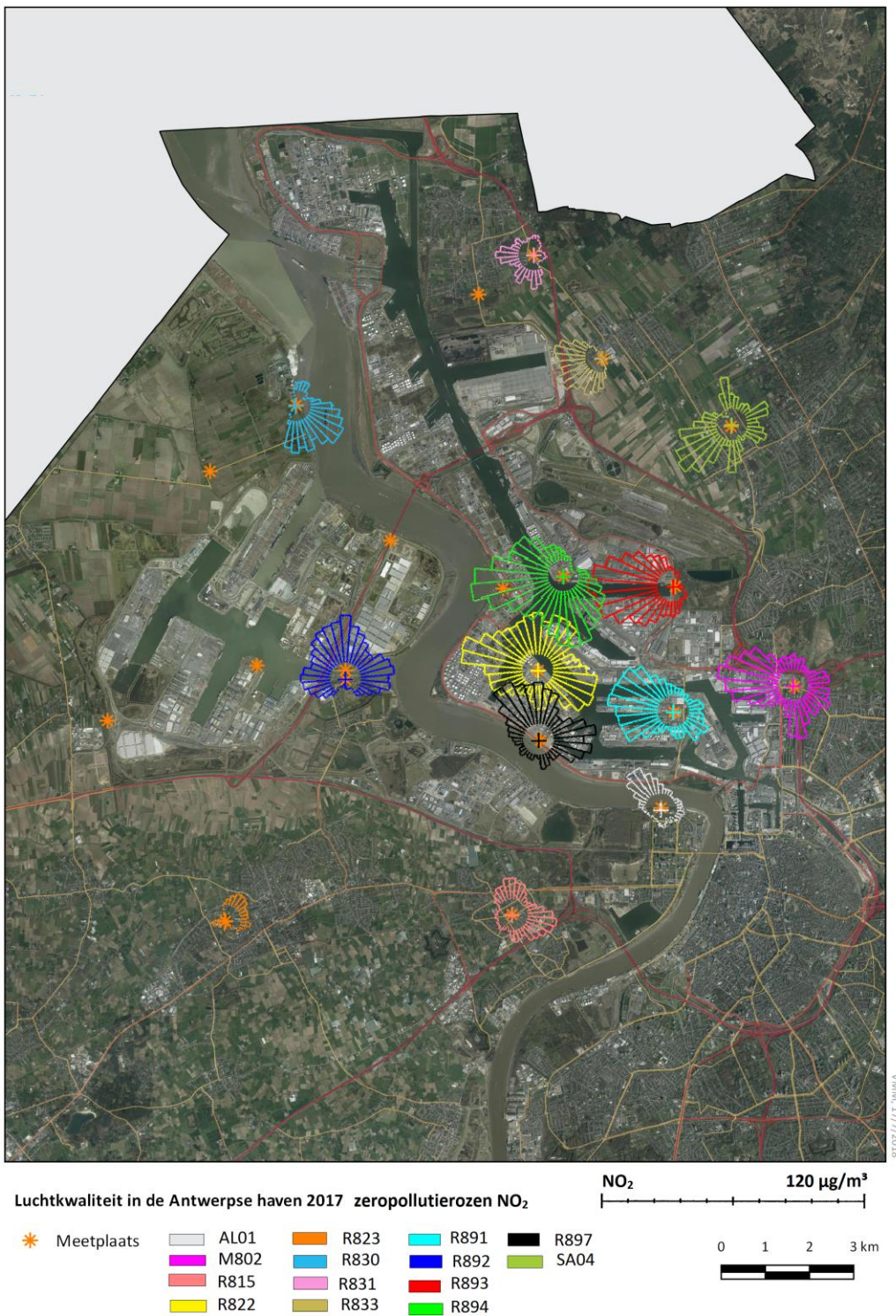


Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 pollutierozen NO₂

- ★ Meetplaats
- AL01
- M802
- R815
- R822
- R823
- R830
- R831
- R833
- R891
- R892
- R893
- R894
- R897
- SA04

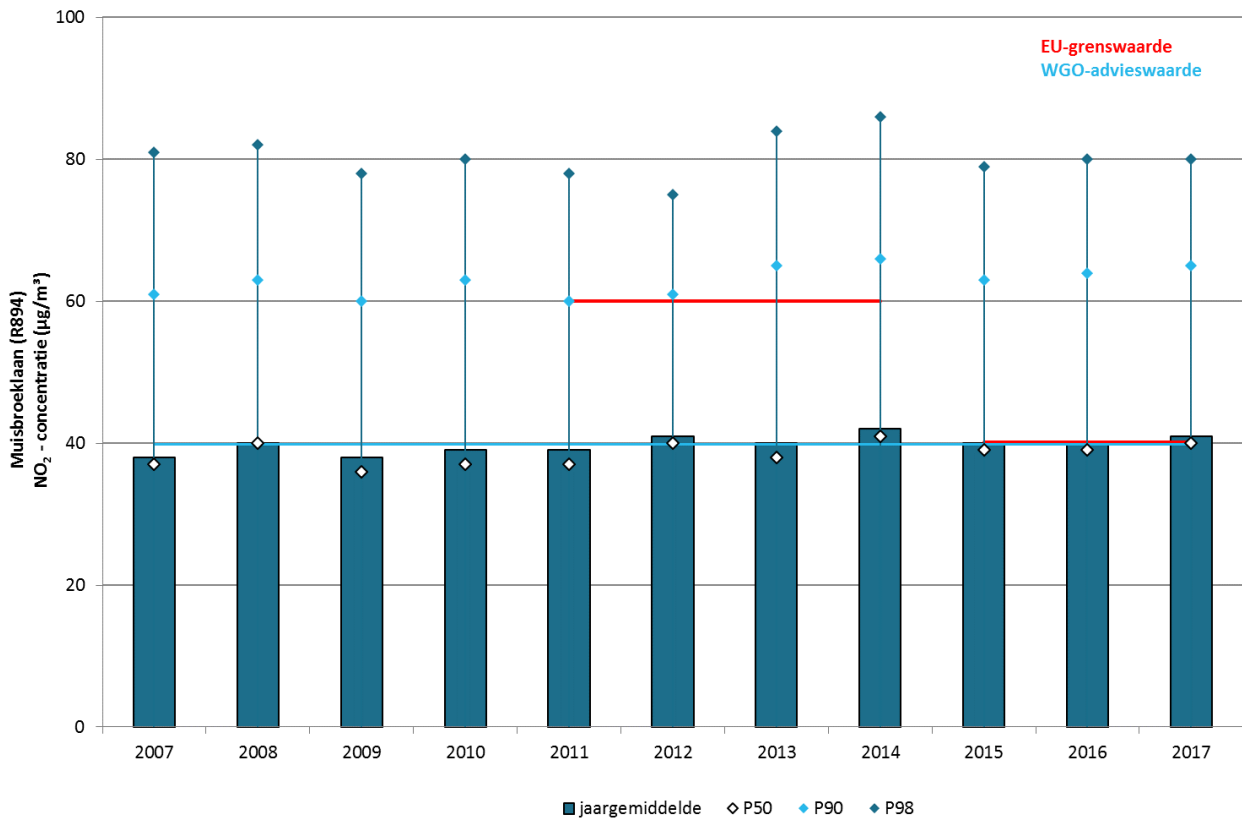


Figuur 19: Zeropollutierozen NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017



Hieronder gaan we dieper in op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) waar de jaargrenswaarde in 2017 overschreden werd.

Figuur 20: Evolutie NO₂-concentratie op de meetplaats Muisbroeklaan (R894)



In 2009 waren slechts 85 % van de data beschikbaar, in 2010 89 % en in 2012 85 %.

Figuur 20 toont de evolutie van de meetresultaten voor NO₂ op de meetplaats in de Muisbroeklaan in de periode 2007-2017. Hierbij zien we dat de laatste zes jaar de jaargemiddelde concentratie niet onder de 40 µg/m³ duikt. Vanaf 2015 is, net als in de rest van Vlaanderen, de grenswaarden van 40 µg/m³ van kracht. In 2017 is er een overschrijding van de grenswaarde. Wanneer we de volledige periode bekijken zien we dat tussen 2007 en 2011 de concentratie wel verschillende keren lager lag dan 40 µg/m³. Dit wijst op een zeer licht stijgende trend op deze meetplaats, wat haaks staat op de algemeen dalende trend die bij het virtueel gemiddelde zichtbaar is.

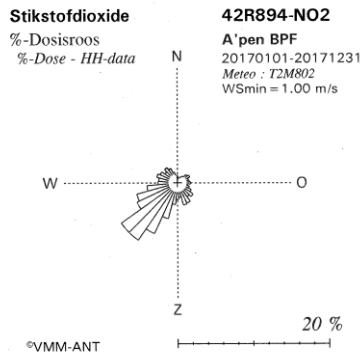
Figuur 21 geeft de stikstofdioxide dosisroos voor de meetplaats Muisbroeklaan (R894) van 2017. Hieruit blijkt dat het merendeel van de aanvoer van stikstofdioxide uit zuidwestelijke richting komt. Dit is ook de heersende windrichting. Uit de pollutieroos van 2017 (Figuur 22) blijkt dat de hogere concentraties voornamelijk uit westelijke en zuidoostelijke richting aangevoerd worden. De zeropollutieroos van 2017 duidt een westelijke en zuidzuidoostelijke lokale bron aan (Figuur 23). Ten westen van de meetplaats is een gekende (industriële) bron van stikstofdioxide.

Figuur 24 toont de verkeersgegevens nabij het meetstation Muisbroeklaan (R894). Het betreft het percentueel verschil van het totaal aantal voertuigen tussen 2015 en 2016. De figuur toont dat de meeste wegen stabiel tot minder verkeer tonen. De jaargemiddelde NO₂-concentratie in 2015 en 2016 vertoont ook geen fluctuatie. Een tijdsreeks op langere termijn kan mogelijk meer inzicht geven over de rol van het verkeer

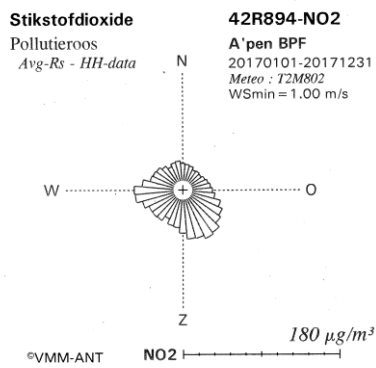


op de luchtkwaliteit in de Muisbroeklaan. De vergelijking met de pollutierozen van 2015 en 2016 met de verkeersgegevens gaf geen eenduidige relatie weer, mogelijk door de weersomstandigheden.

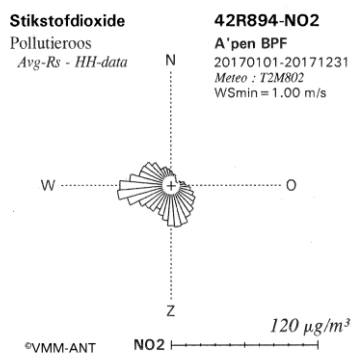
Figuur 21: dosisroos stikstofdioxide op meetplaats Muisbroeklaan



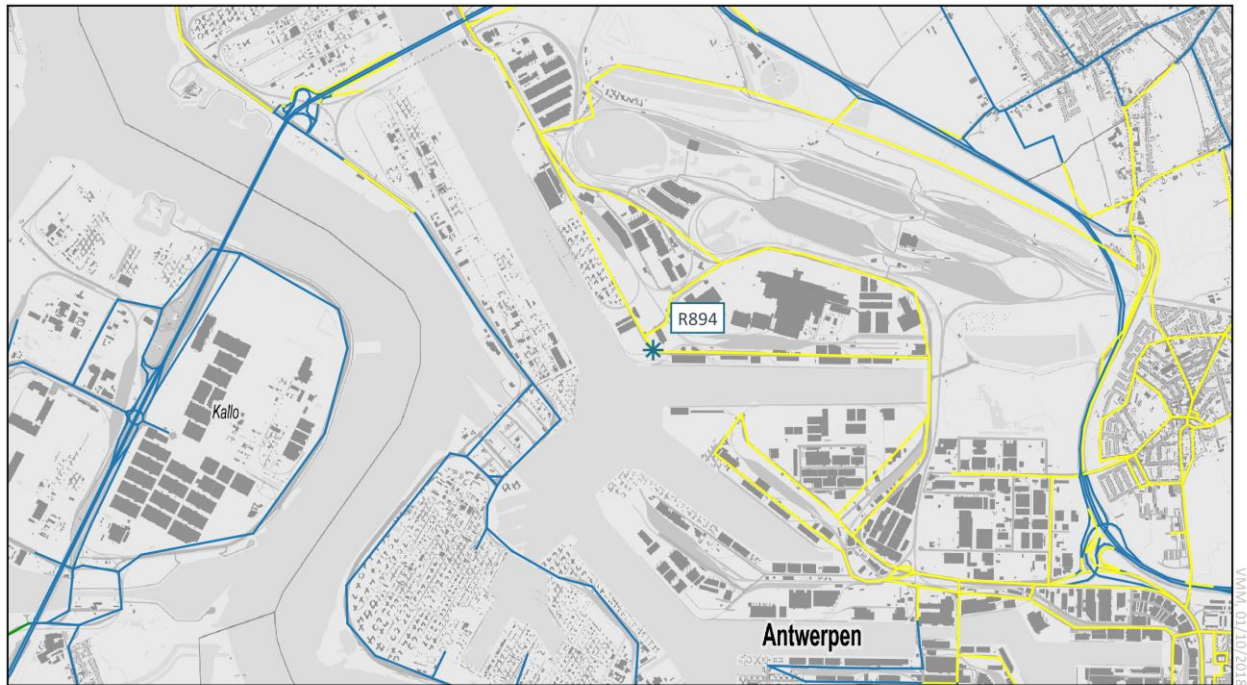
Figuur 22: pollutieroos stikstofdioxide op meetplaats Muisbroeklaan



Figuur 23: zeropollutieroos stikstofdioxide op meetplaats Muisbroeklaan

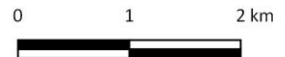


Figuur 24: Verkeersgegevens nabij meetstation Muisbroeklaan (R894)



Procentueel verschil verkeer 2015 - 2016

- -113 tot -50
- 0 tot 50
- 100 tot 150
- -50 tot 0
- 50 tot 100
- 150 tot 200



1.4 Fijn stof – PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof

In dit hoofdstuk worden de fracties PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof besproken. Voor de fracties PM₁₀ en PM_{2,5} bespreken we de emissies. De trend van de concentraties van de drie fracties wordt besproken. Waar mogelijk worden de concentraties getoetst aan de regelgeving. Daarnaast nemen we de geografische spreiding onder de loep.

1.4.1 PM₁₀

De VMM mat PM₁₀ op meerdere meetplaatsen in en rond de Antwerpse haven. In dit deel worden de emissies, de concentraties en de geografische spreiding besproken.

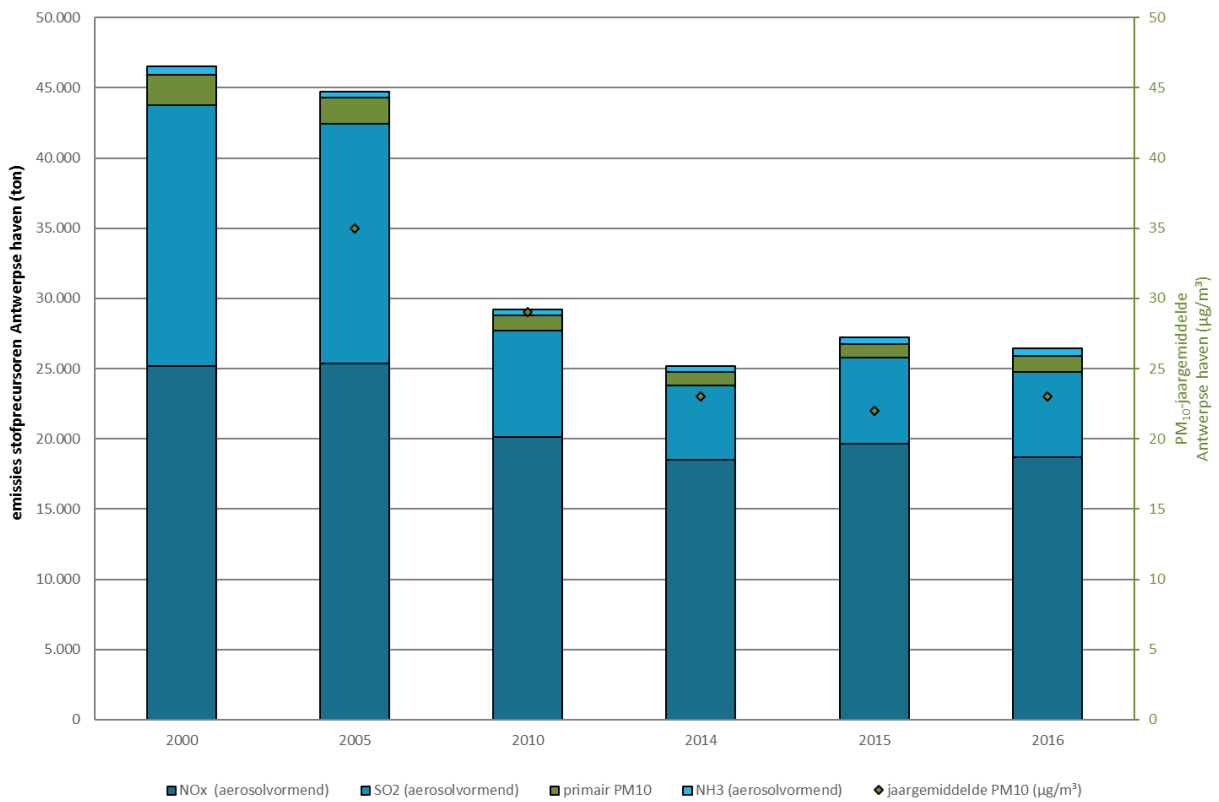
1.4.1.1 Emissie van PM₁₀

Figuur 25 toont de emissies van de stofprecursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃ volgens hun aerosolvormend potentieel samen met de primaire PM₁₀-emissies en de virtuele jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van de Antwerpse haven. Stofprecursoren vormen na uitstoot via scheikundige reacties nieuwe stofdeeltjes. Niet elke precursor draagt evenveel bij tot de stofvorming. Door een gewicht toe te kennen, wordt het aerosolvormend potentieel voor PM₁₀ bepaald van de precursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃. NO_x(NO₂) bleek de voornaamste aerosolvormende emissie te zijn in de Antwerpse haven. Verkeer en industrie hebben hier een even groot aandeel (36 % in 2016), zie Figuur 26. SO₂ kent in deze periode een veel lager aandeel. De



voornaamste bron van deze pollutie in de Antwerpse haven zijn de petroleumraffinaderijen. De precursor NH_3 wordt in Vlaanderen vooral door de landbouw uitgestoten. In het havengebied zijn er echter ook enkele relevante industriële bronnen van NH_3 aanwezig.

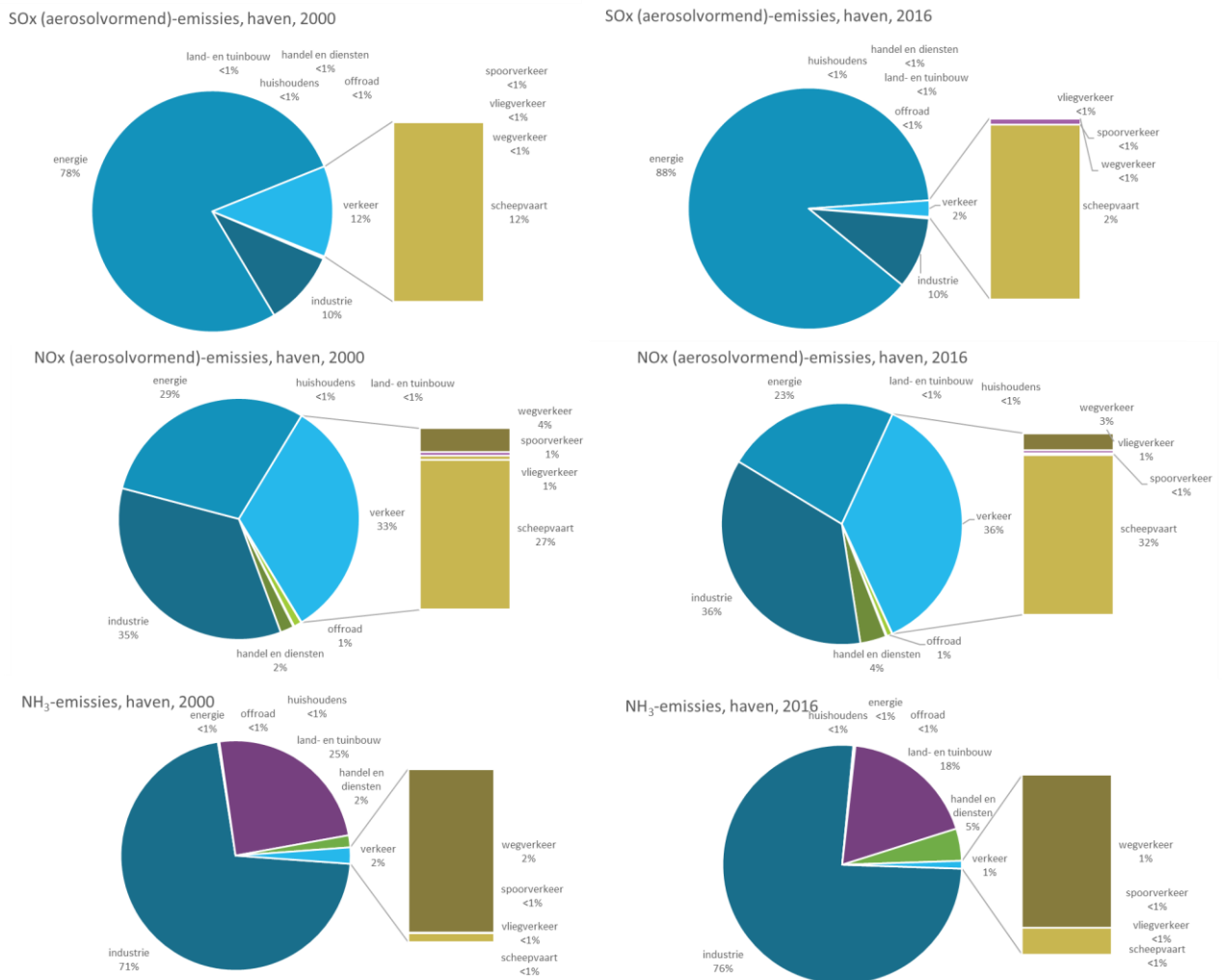
Figuur 25: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM_{10} in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; Aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)



Figuur 26: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2000 en 2016

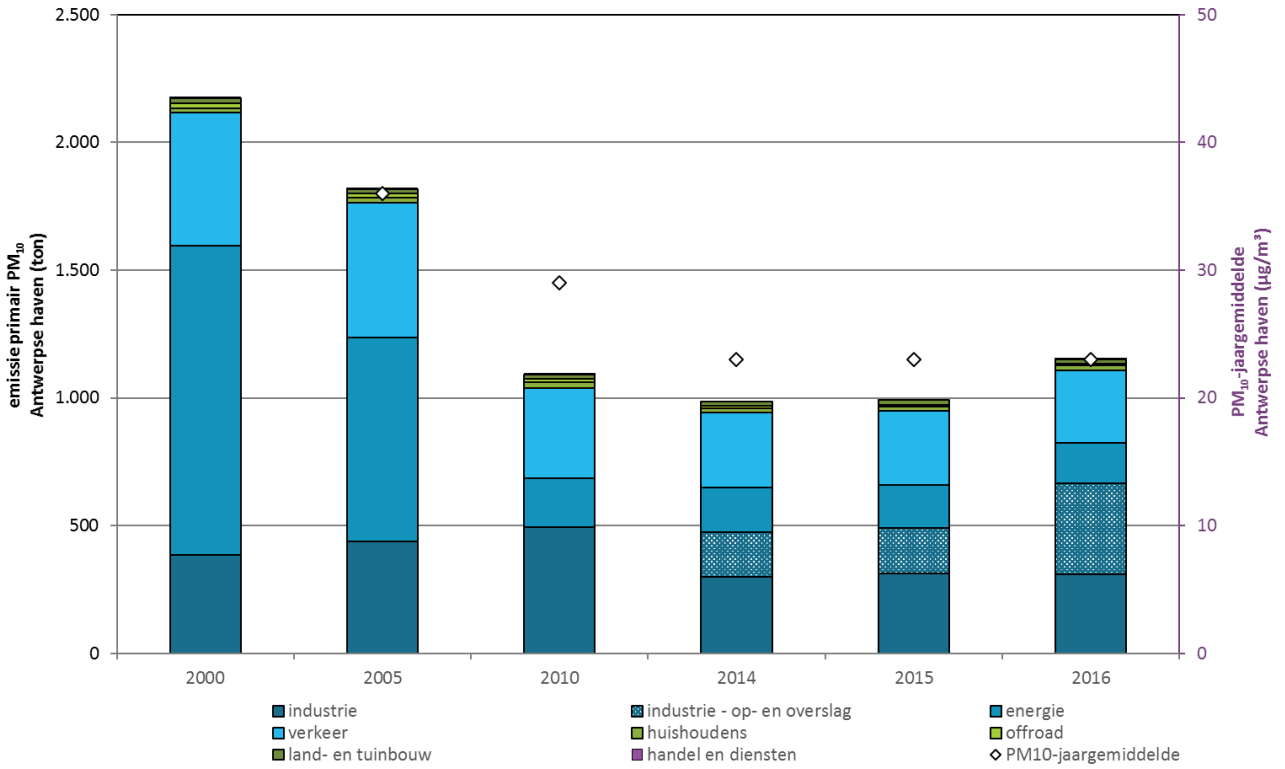


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)

Figuur 27 toont de rechtstreeks uitgestoten primaire PM₁₀-emissies door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. De energiesector was in 2000 de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM₁₀. De uitstoot van deze sector daalde echter sterk en in 2016 is de belangrijkste bron de sector industrie. Zowel het relatieve aandeel (Figuur 28) als de absolute emissies van industrie kenden een sterke stijging. Die stijging zet zich door in 2016. Sinds 2014 worden ook PM₁₀-emissies van op- en overslagbedrijven opgenomen. Verkeer heeft de tweede grootste uitstoot van primair PM₁₀ in 2016. Deze emissies daalden wel, maar het relatieve aandeel bleef stabiel in de periode 2000-2016. Scheepvaart heeft het belangrijkste aandeel in deze sector, 18 % van de totale uitstoot. De PM₁₀-emissies van de overige sectoren zijn verwaarloosbaar in de Antwerpse haven.



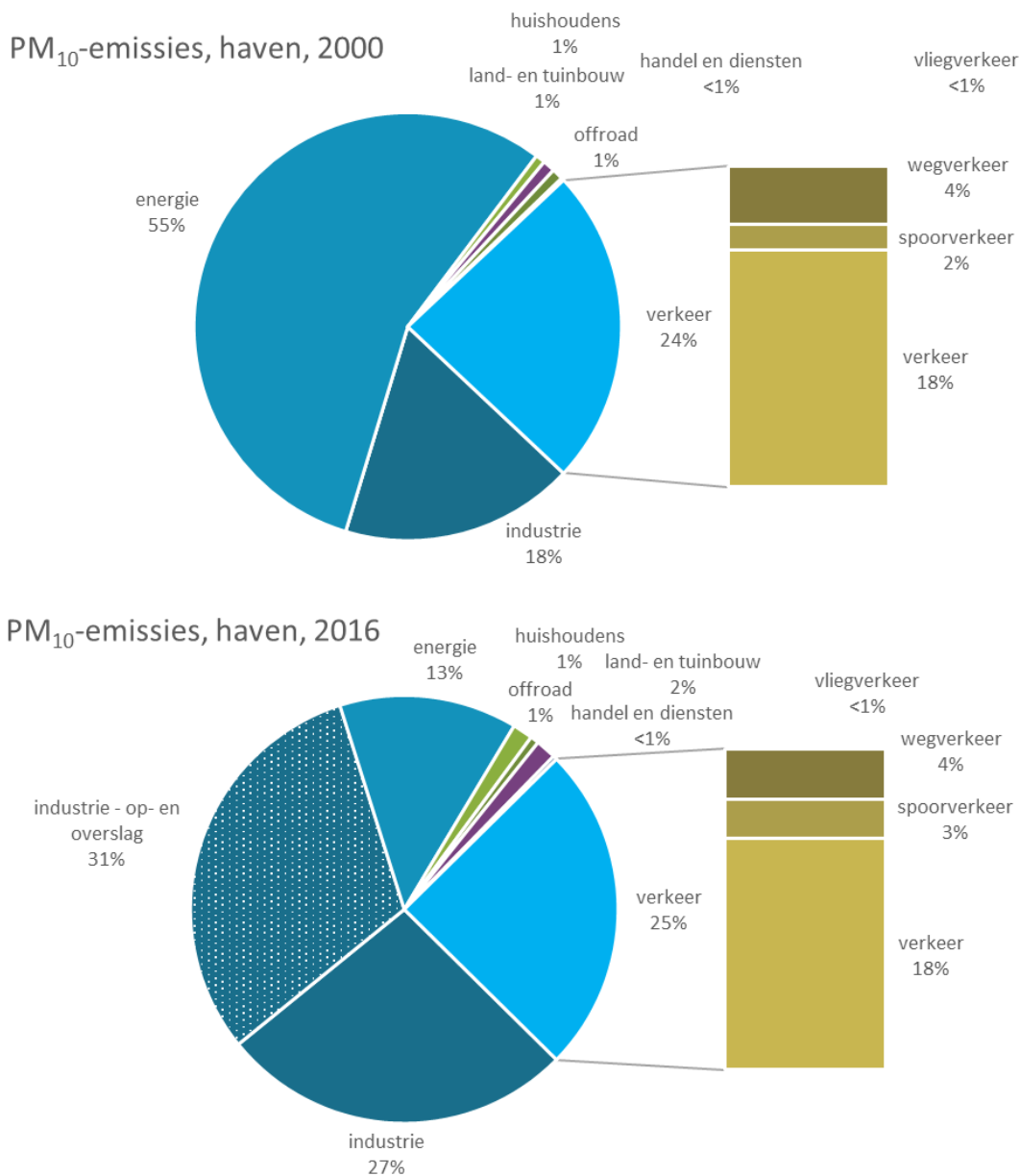
Figuur 27: Primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren en jaargemiddelde in Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



Figuur 28: Aandeel sectoren in primaire PM₁₀-stofemissies in de Antwerpse haven



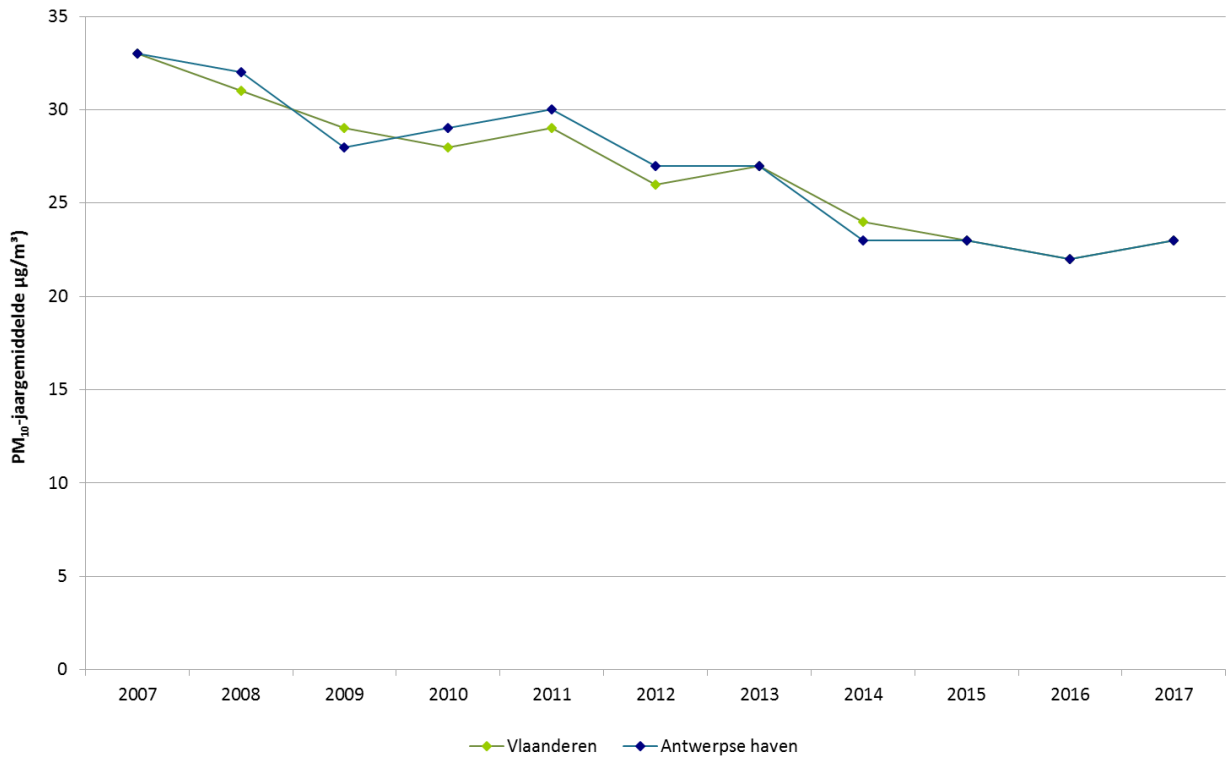
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.4.1.2 Trend en toetsing PM₁₀-meetwaarden

Figuur 29 toont het verloop van de PM₁₀-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' en 'Vlaanderen' in de periode 2007-2017. De concentraties in 2017 zijn 30 % lager dan die in 2007. Na een gestaag dalende trend tot 2014 stabiliseren de concentraties en is er een licht schommelend verloop. De trend van beide virtuele stations is over de hele periode vrijwel gelijklopend. Het PM₁₀-jaargemiddelde in de haven van Antwerpen (virtuele meetplaats) was grotendeels hoger dan of gelijk aan de concentratie voor het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen. Enkel in 2009 en 2014 was het gemiddelde in Vlaanderen hoger dan die in de Antwerpse haven.



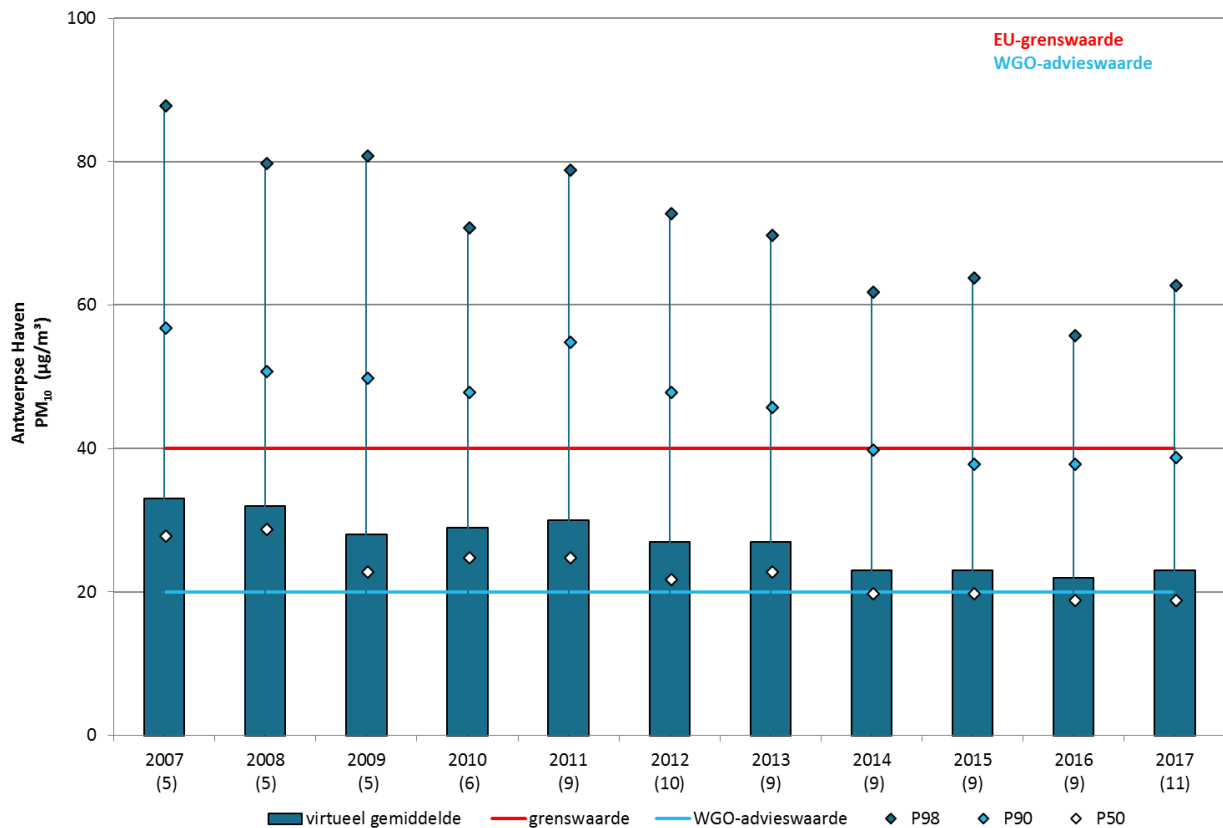
Figuur 29: PM₁₀-jaargemiddelde Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen



Figuur 30 toont voor de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ de statistische parameters van de PM₁₀-concentraties voor de meetperiode 2007-2017. Opnieuw zien we dat in deze periode de concentraties een gestage dalende trend vertonen. Het virtuele jaargemiddelde van 2016 was met een gemiddelde van 22 µg/m³ de laagste in de periode 2007-2017. Ook de piekwaarden (P98 en P90) en de mediaan waren in 2016 het laagst. In 2017 was het virtuele jaargemiddelde 23 µg/m³ en lagen de piekwaarden opnieuw hoger. De dalende trend werd in 2017 dus niet doorgezet. Meteo-omstandigheden hebben invloed op de PM₁₀-concentratie. De windrichting kwam overheersend uit het zuidwesten, meer dan in de referentieperiode (1981 -2010). De totale neerslag was over het volledige jaar 2017 lager dan de normale waarde. Vooral de eerste helft van het jaar was droger dan normaal. De maand april was zelfs uitzonderlijk droog. De maand december kende dan weer abnormaal veel neerslag. Het aantal dagen waarop er neerslag viel was normaal. Deze aspecten droegen wellicht bij aan die stijging.



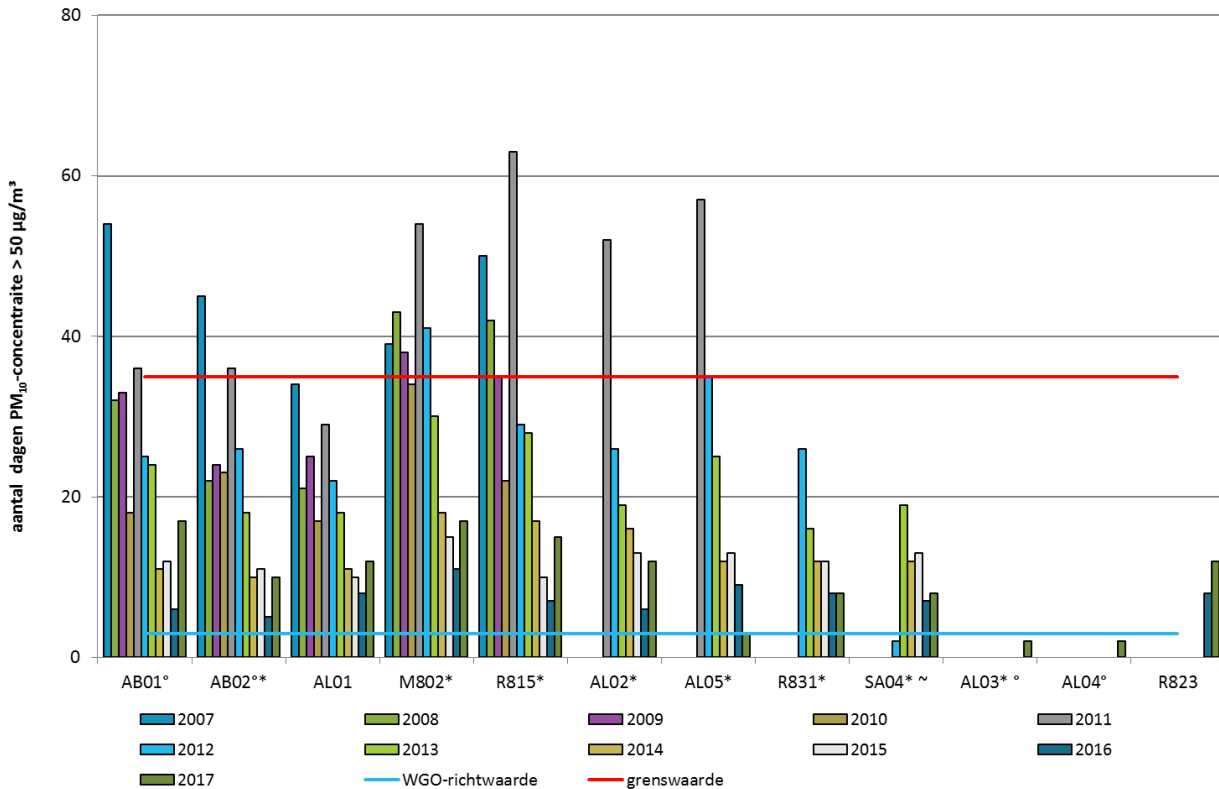
Figuur 30: Evolutie PM₁₀-concentraties in de Antwerpse haven



Tabel 5 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, het 90ste percentiel en het 98ste percentiel voor PM₁₀ in 2015, 2016 en 2017 voor alle meetplaatsen in de haven. We stellen vast dat de jaargrenswaarde (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de afgelopen jaren op al deze meetplaatsen ruim gerespecteerd bleef. De WGO-advieswaarde van 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ werd echter nergens gehaald. Dit geldt ook voor de achtergrondlocatie Meerminnedam (R823) en was ook zo op de meeste andere meetplaatsen in Vlaanderen. Het jaargemiddelde op de meetplaats Berendrecht (R831) lag met 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wel in de buurt van die advieswaarde.



Figuur 31: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



° databeschikbaarheid <90% in 2017; ~ databeschikbaarheid <90% in 2012; * gerapporteerd aan Europa (BEF015)

De Europese grenswaarde voor PM₁₀ bepaalt dat er jaarlijks maximaal 35 dagen mogen zijn met PM₁₀-concentraties hoger dan 50 µg/m³. Figuur 31 toont dat het aantal dagen sterk varieert van jaar tot jaar. Ongunstige meteo-omstandigheden zijn hier vaak een verklaring. Er is wel een duidelijk dalende trend zichtbaar op alle meetstations. Sinds 2013 zijn er geen overschrijdingen meer van de Europese grenswaarde. De meetplaats Luchtbal (M802) had 41 dagen met te hoge PM₁₀-concentraties in 2012, in 2017 daalde dit tot 17 dagen. De WGO-advieswaarde met maximaal 3 dagen met concentraties hoger dan 50 µg/m³ werd in 2017 op geen enkele meetplaats in het havengebied gehaald. Op veel meetplaatsen waren er in 2017 opnieuw meer dagen met hogere concentraties, mogelijk door de droge meteorologische omstandigheden dat jaar.

De meetplaats AL03 (Watermolendijkweg, Beveren) en AL04 (Liefkenshoektunnel) tellen slechts 2 dagen met een concentratie > 50 µg/m³, maar deze twee meetstations zijn in de loop van 2017 opgericht en hebben te lage databeschikbaarheid voor strikte toetsing.

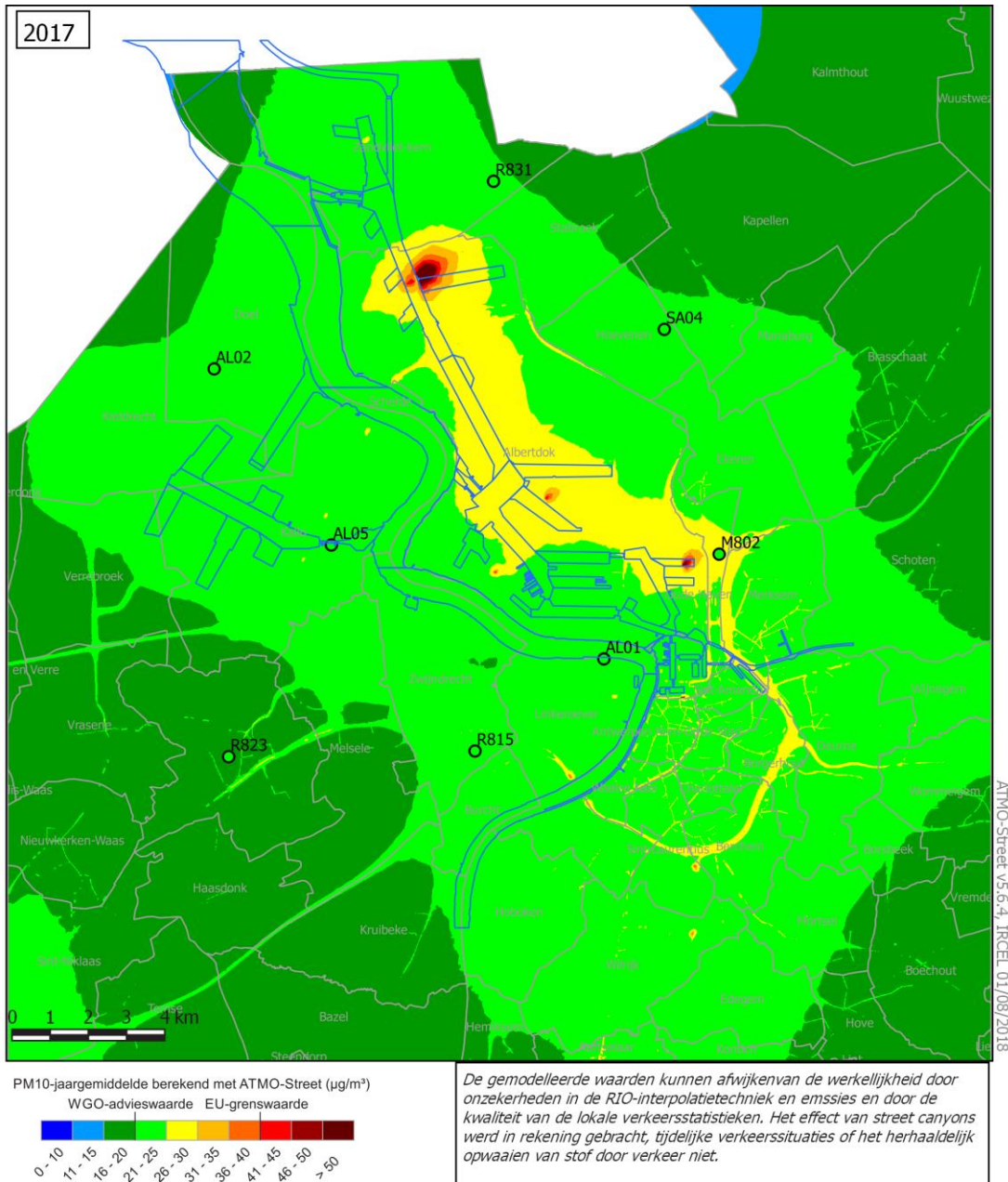
1.4.1.3 Geografische spreiding van PM₁₀-concentraties

De gegevens in Figuur 32 zijn gebaseerd op de ATMOSTreet-modellering. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 6. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Op de kaart is de invloed van de Antwerpse ring aanwezig. Ook zijn er enkele bronnen in de Antwerpse haven zichtbaar. Op M802 (Luchtbal) gebeurt een overschatting van de gemodelleerde concentraties (zie Figuur 32). Ter hoogte



van het Delwaidedok is de puntbron in grootte toegenomen ten opzichte van het voorgaande jaar. De verklaring is de emissietoename van 200 ton fijn stof in 2016 op het bedrijf Antwerp Bulk Terminal.

Figuur 32: Gemodelleerde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse haven in 2017



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 7,4 en 10,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

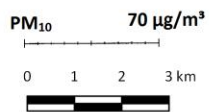
Figuur 33 toont de pollutierozen voor PM₁₀ in het havengebied. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6.

Figuur 33: Pollutierozen PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2017



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 pollutierozen PM₁₀

- ★ Meetplaats
- AL01
- AL02
- AL05
- M802
- R815
- R823
- R831
- SA04



De pollutierozen zijn vrij rond van vorm wat wijst op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Hieruit zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom werden er zeropollutierozen gemaakt. Figuur 34 toont de zeropollutierozen voor de PM₁₀-meetplaatsen in de Antwerpse haven.

De meeste zeropollutierozen tonen een sterke invloed uit de noordoostelijke richting, ook de meetstations die zelf noordoostelijk van het havengebied liggen. Vermoedelijk is dit een algemene achtergrondpollutie die zelfs met de berekening van de zeropollutierozen onvoldoende weggefilterd is.

Op de meetplaats Luchtbal (M802) komt de invloed van de nabijgelegen kade voor bulkgoederen in westzuidwestelijke sector sterk naar voor. Ook de invloed van de nabijgelegen autosnelweg in zuidoostelijke sector is zichtbaar. Op de meetplaats Meerminnendam (R823) is een piek in het zuidoosten zichtbaar, de wegeniswerken in de buurt in 2016 zijn afgelopen, dus wellicht gaat het hier over aanvoer uit een verderaf gelegen bron.



Figuur 34: Zeropollutierozen voor PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2017



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 zeropollutierozen PM₁₀

✱ Meetplaats	AL01	M802	R831
	AL02	R815	SA04
	AL05	R823	

PM₁₀ 20 µg/m³

0 1 2 3 km

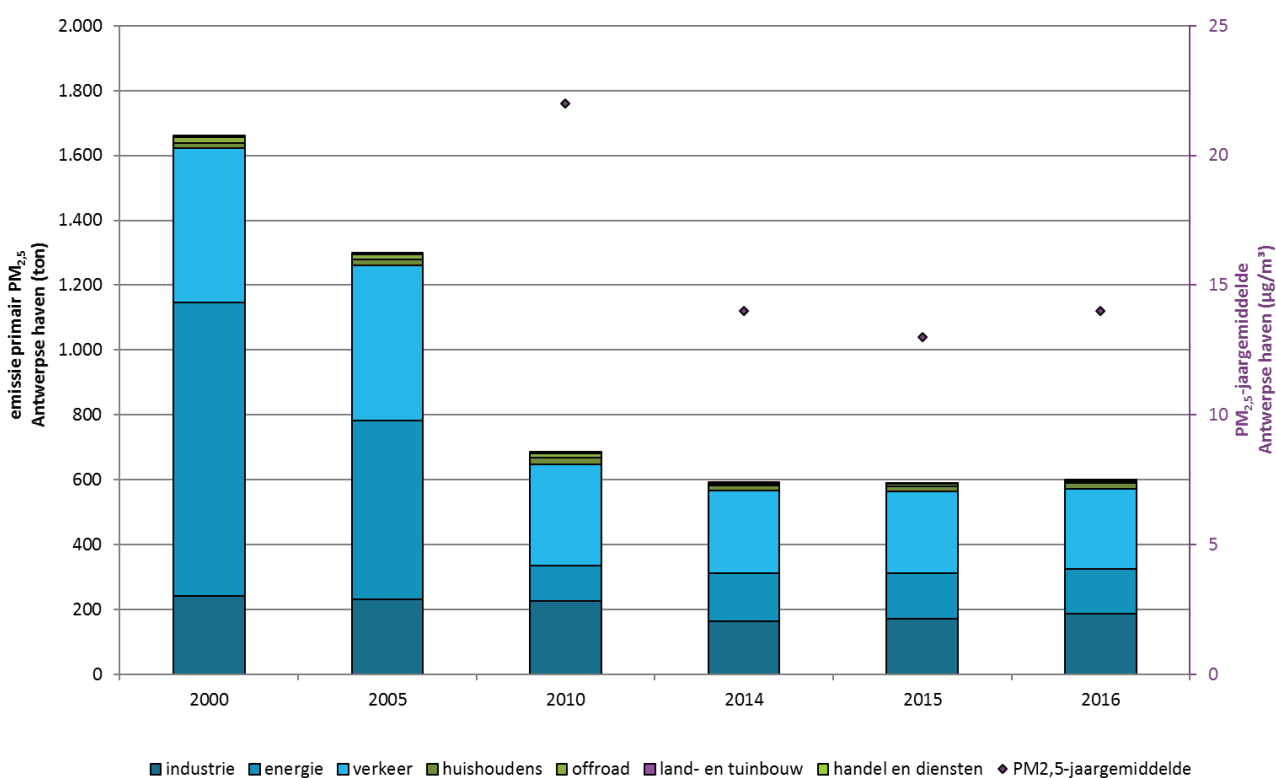


1.4.2 PM_{2,5}

1.4.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Figuur 35 toont de primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven voor de verschillende sectoren. Net zoals bij de rechtstreekse uitstoot van het PM₁₀-stof was er voor de uitstoot van het PM_{2,5}-stof een algemeen dalende trend tussen 2000 en 2016. De belangrijkste sector in 2000 was de energiesector. Deze sector kende ook de grootste daling tussen 2000 en 2016. Ook de sectoren verkeer en industrie kenden een wezenlijke daling in deze periode. De emissies van de andere sectoren zijn verwaarloosbaar ten opzichte van deze drie sectoren. In 2016 is het verkeer de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5}. De scheepvaart stootte een derde van de totale emissies uit, zie Figuur 36.

Figuur 35: Emissie van primair PM_{2,5}-emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven

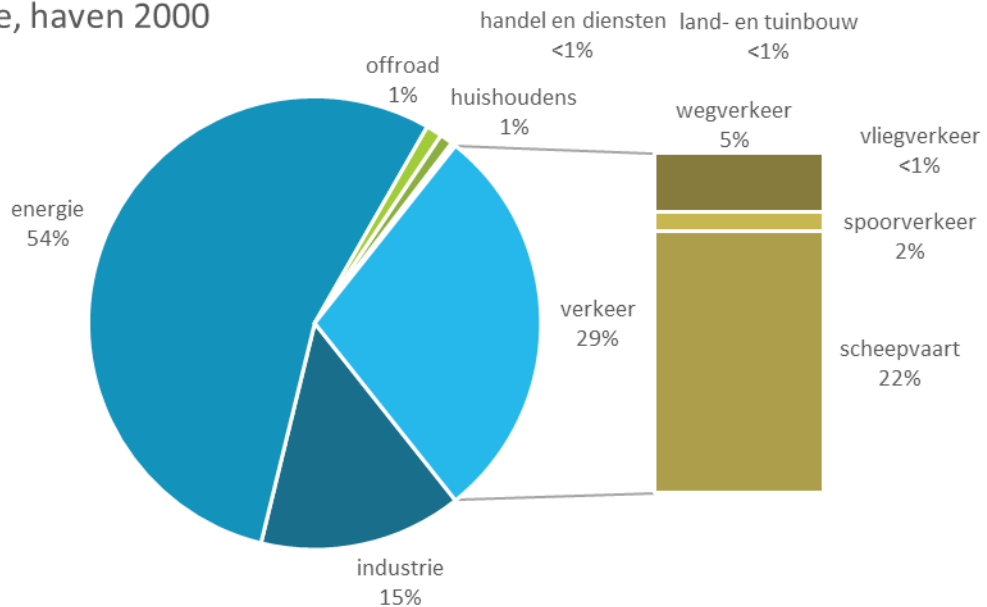


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

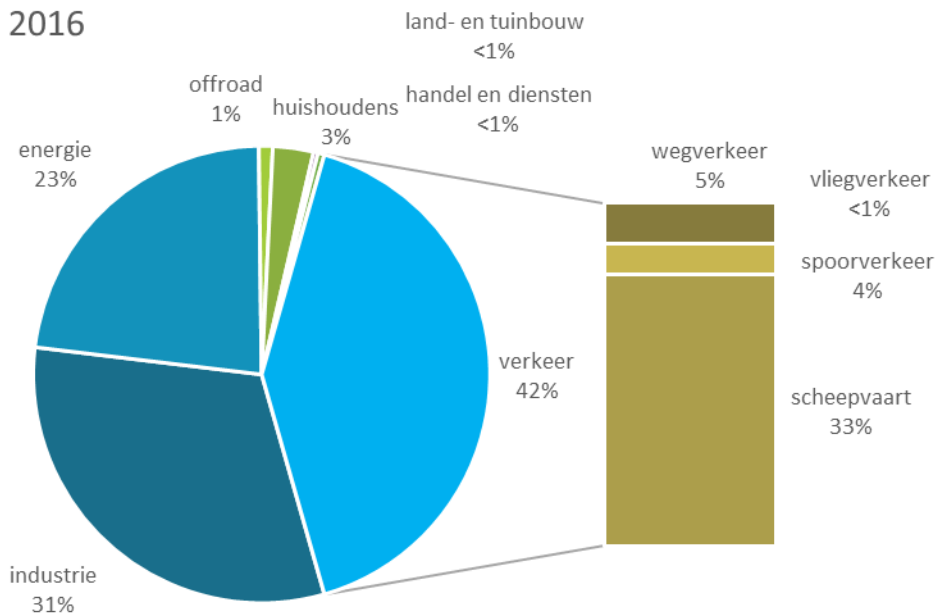


Figuur 36: Aandeel sectoren primair PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2016

PM_{2,5} emissie, haven 2000



PM_{2,5} emissie, haven 2016



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.4.2.2 Tijdsverloop en toetsing van de PM_{2,5}-meetwaarden

Tabel 6 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, 90ste en het 98ste percentiel van de uurwaarden – uitgedrukt in µg/m³ – voor PM_{2,5}.



Tabel 6: Belangrijkste statistische parameters voor PM_{2,5}

UURWAARDEN PM _{2,5} (µg/m ³) Meetplaats	2015				2016				2017			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
AB01 (Boudewijnsluis)	13	10	26	53	13	10	27	44	27 [#]	19 [#]	64 [#]	94 [#]
AB02* (Berendrecht)	13	10	26	49	13	10	28	47	23 [#]	16 [#]	54 [#]	82 [#]
AL01 (Antwerpen wandeldijk)	13	10	26	52	13	10	29	46	14	10	28	54
AL02* (Doel)	/	/	/	/	/	/	/	/	11 [#]	9 [#]	22 [#]	37 [#]
AL03* (Watermolendijkweg, Beveren)	16	13	30	52	16	13	32	48	14	10	30	56
AL04 (Liefkenshoektunnel)	17	14	31	53	15	12	31	47	16	12	32	58
AL05* (Sluis Kallo)	/	/	/	/	/	/	/	/	11 [#]	9 [#]	23 [#]	38 [#]
SA04* (Hoevenen)	16	13	30	55	15	12	30	49	14	10	29	54
M802* (Luchtbal)	14	11	29	53	14	10	30	48	14	10	29	55
R815* (Zwijndrecht)	13	10	26	49	14	10	29	45	15	11	30	57
R831* (Berendrecht)	13	10	26	48	13	10	28	44	13	10	27	50
Virtueel gemiddelde haven	14	11	27	51	14	11	29	47	14	10	29	55
R823 (Beveren)	/	/	/	/	14	11	37	48	14	10	29	53

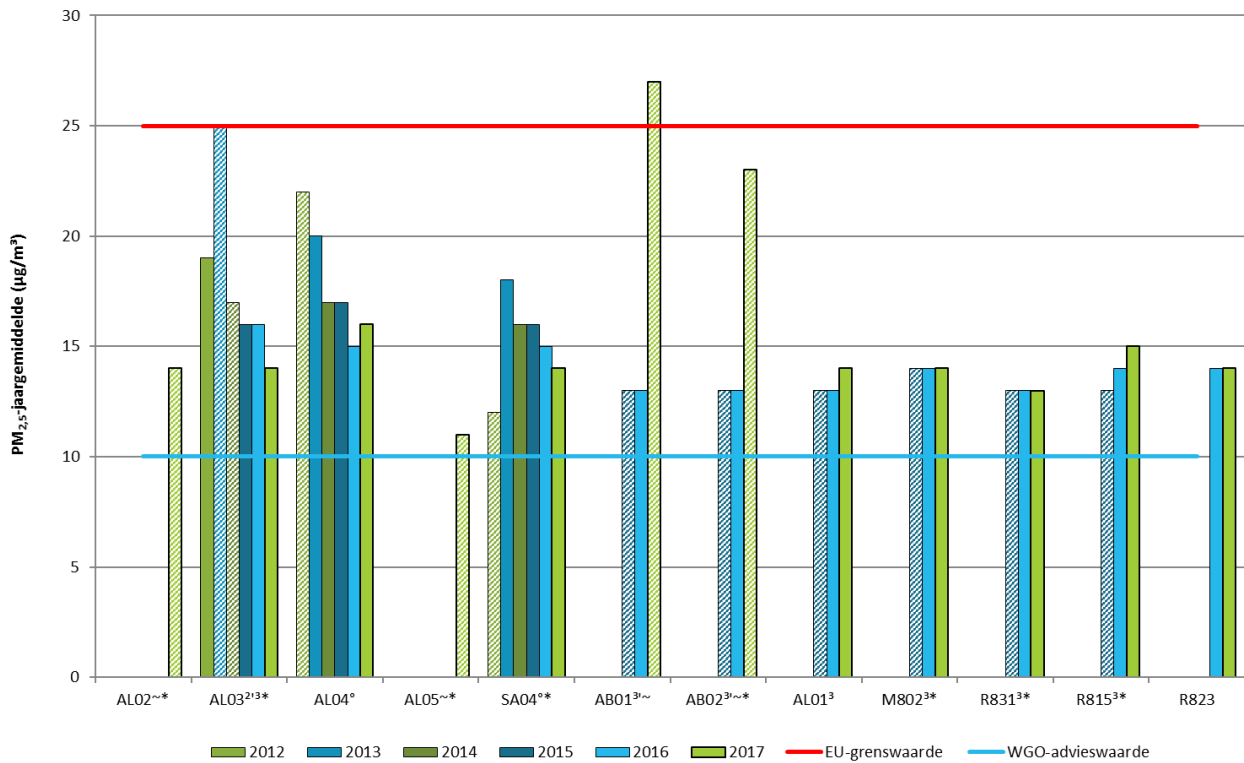
[#]: <90 % databeschikbaarheid; * gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

Figuur 37 toont het PM_{2,5}-jaargemiddelde op basis van uurwaarden. Voor het virtuele gemiddelde wordt geen tijdsreeks getoond omdat het aantal meetstations de voorbije jaren sterk fluctueerde.

In deze figuur en in de tabel zien we dat de jaargemiddelden op alle meetplaatsen met voldoende databeschikbaarheid de Europese grenswaarde respecteerde. De toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³, te behalen tegen 2020, werd in 2015 ook gehaald. De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ werd op geen enkele meetplaats gehaald. Op de meetplaatsen Boudewijnsluis (AB01), Berendrecht (AB02), Doel (AL02) en Sluis Kallo (AL05) is er beperkte databeschikbaarheid. Die meetplaatsen worden niet meegenomen in de toetsing.



Figuur 37: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



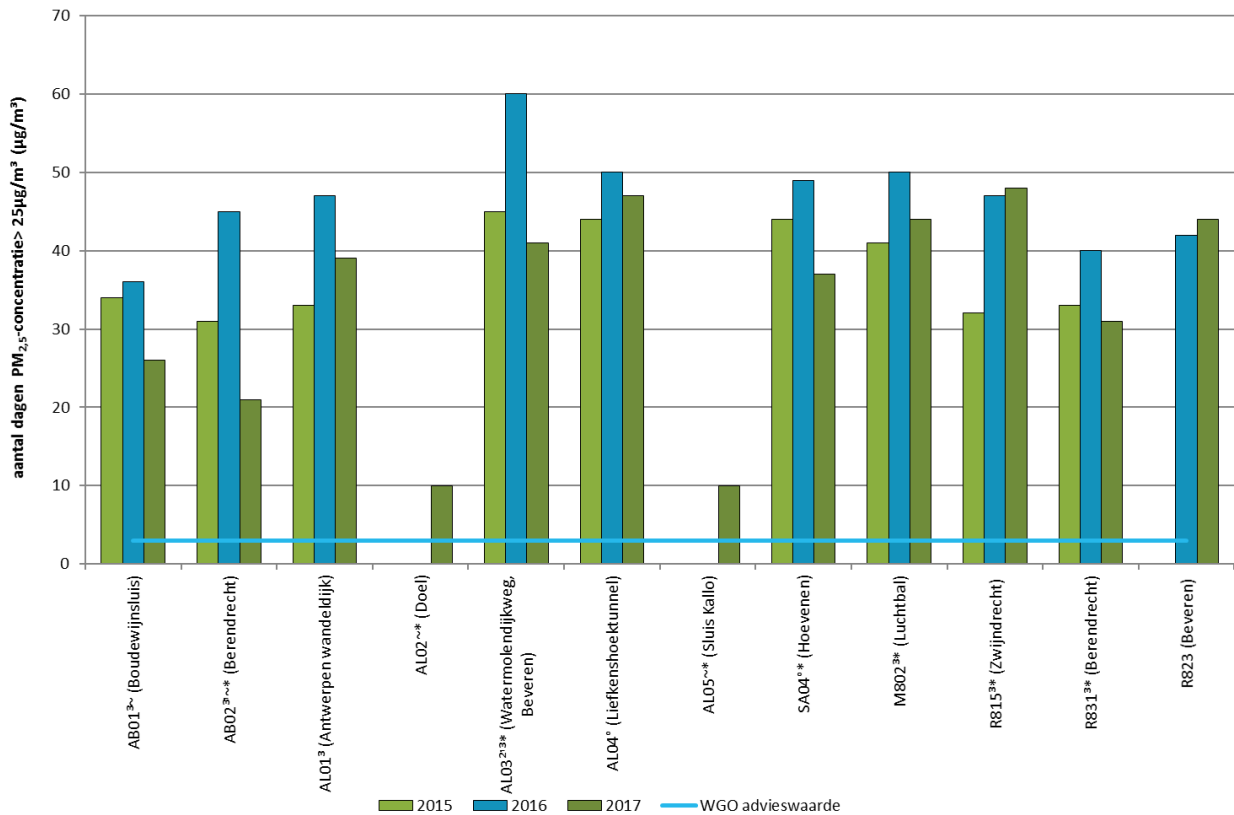
Cijfers op basis van uurwaarden; *: gerapporteerd naar Europa (BEFS01); ° minder dan 90 % data beschikbaar in 2012, ² minder dan 90 % data beschikbaar in 2013; ³ minder dan 90 % data beschikbaar in 2014, ~ minder dan 90 % data beschikbaar in 2017. Gearceerde balken geven beperkte databeschikbaarheid aan.

Op de meetplaats aan de Liefkenshoektunnel (AL04) werd in 2017 het hoogste jaargemiddelde van de meetplaatsen opgemeten, namelijk 16 µg/m³. De jaargemiddelden liggen voor alle meetplaatsen vrij dicht bij elkaar. Tussen het hoogste en laagste jaargemiddelde zit 3 µg/m³.

Tabel 7 toont het aantal dagen met een PM_{2,5}-dagconcentratie > 25 µg/m³ van de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven. Hierbij zien we dat in 2015, 2016 en 2017 de WGO-advieswaarde (10 µg/m³) op geen enkele meetplaats wordt gehaald.



Figuur 38: Evolutie PM_{2,5}-daggemiddelde in de Antwerpse haven



*: gerapporteerd naar Europa (BEF501); ° minder dan 90 % data beschikbaar in 2012, ² minder dan 90 % data beschikbaar in 2013; ³ minder dan 90 % data beschikbaar in 2014, ~ minder dan 90 % data beschikbaar in 2017.

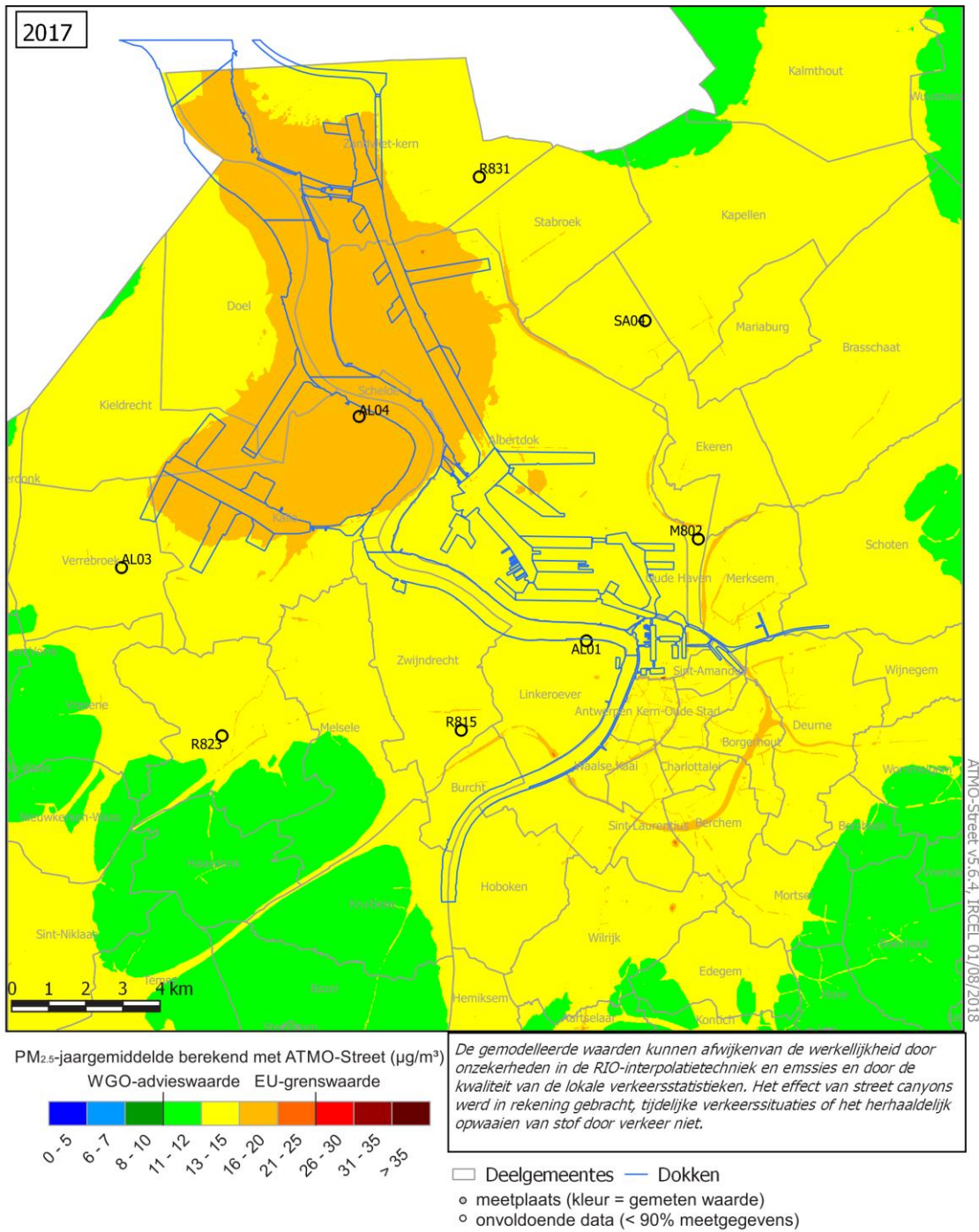
1.4.2.3 Geografische spreiding van PM_{2,5}-concentraties

Figuur 39 toont de ATMOSstreet gemodelleerde verspreiding voor PM_{2,5} in het havengebied. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 6.

De Antwerpse ring R2 en de A12 Antwerpen – Bergen Op Zoom vertonen verhoogde concentraties. Op de meetplaats Liefkenshoektunnel (AL04) wordt een jaargemiddelde van 16 µg/m³ gemeten, in 2016 was dit 15 µg/m³. Omdat de schaal van kleur verspringt bij 16 µg/m³ geeft dit op de kaart een duidelijke kleurschakering, maar het betreft ‘slechts’ een toename van 1 µg/m³.



Figuur 39: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2017



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 2,8 en 3,8 µg/m³.



Figuur 40 toont de pollutierozen van de PM_{2,5}-metingen. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6.

Naast een verhoging in de zuidoostelijke sector door de aanvoer van achtergrondpollutie, vertonen de rozen ook een verhoging in noordoostelijke tot oostelijke sector. Om de dominante invloed van de achtergrondconcentraties weg te filteren, werden zeropollutierozen gemaakt. Die staan in Figuur 41. De zeropollutierozen vertonen dit jaar ook een dominante aanvoer uit noordoostelijke en zuidoostelijke richting. De meetplaats Liefkenshoektunnel (AL04) wordt ook sterk beïnvloed door andere bronnen, hoofdzakelijk uit de westelijke en oostelijke richting. De meetplaats Antwerpen-Luchtbal (M802) vertoont invloeden van de omliggende op- en afritten alsook een invloed uit het havengebied ten oosten van de meetplaats.

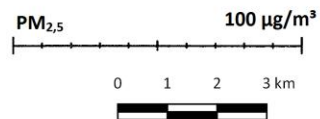


Figuur 40: Pollutierozen PM_{2,5}-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 pollutierozen PM_{2,5}

- ✱ Meetplaats
 ■ AL01
■ M802
■ R831
- AL03
 ■ R815
■ SA04
- AL04
 ■ R823



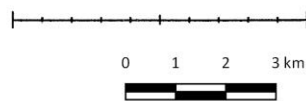
Figuur 41: Zeropollutierozen PM_{2,5}-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2017



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 zeropollutierozen PM_{2,5}

- | | | | |
|--------------|------|------|------|
| ✱ Meetplaats | AL01 | M802 | R831 |
| | AL03 | R815 | SA04 |
| | AL04 | R823 | |

PM_{2,5} 12 µg/m³



VMM, 17/7/2018

1.4.3 Zwarte koolstof

In dit deel bespreken we eerst het tijdsverloop en de waargenomen meetwaarden voor zwarte koolstof, daarna bespreken we ook de geografische spreiding van de concentraties van zwarte koolstof.

1.4.3.1 Tijdverloop en toetsing van de meetwaarden

Onderstaande tabel toont voor zwarte koolstof een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, 90ste en het 98ste percentiel van de uurwaarden, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabel 8: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof

UURWAARDEN Zwarte koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Meetplaats	2015				2016				2017			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
AB01 (Boudewijnsluis, Antwerpen)	1,4	1,1	3,0	5,3	1,5	1,1	3,0	5,6	2,2 [#]	1,7 [#]	4,4 [#]	6,3 [#]
AL01 (Wandeldijk, Antwerpen- Linkeroever)	1,2	0,9	2,5	4,4	1,2	0,9	2,5	4,9	1,1	0,8	2,4	4,3
AL04* (Liefkenshoektunnel)	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5 [#]	1,2 [#]	3,1 [#]	4,8 [#]
AL05 (Sluis Kallo)	/	/	/	/	/	/	/	/	1,2 [#]	0,9 [#]	2,4 [#]	4,1 [#]
M802 (Luchtbal, Antwerpen)	1,8	1,2	3,5	7,2	1,7	1,2	3,6	7,1	1,6	1,2	3,3	6,1
R815 (Zwijndrecht)	1,4	1,0	2,8	5,4	1,4	0,9	3,0	6,3	1,3	0,9	2,9	5,4
SA04 (Abelenlaan, Hoevenen)	1,2	0,9	2,4	4,8	1,2	0,8	2,5	5,3	1,1	0,8	2,4	4,5
Virtueel gemiddelde haven	1,4	1,0	2,8	5,0	1,4	1,0	2,9	5,6	1,4	1,0	2,8	4,8

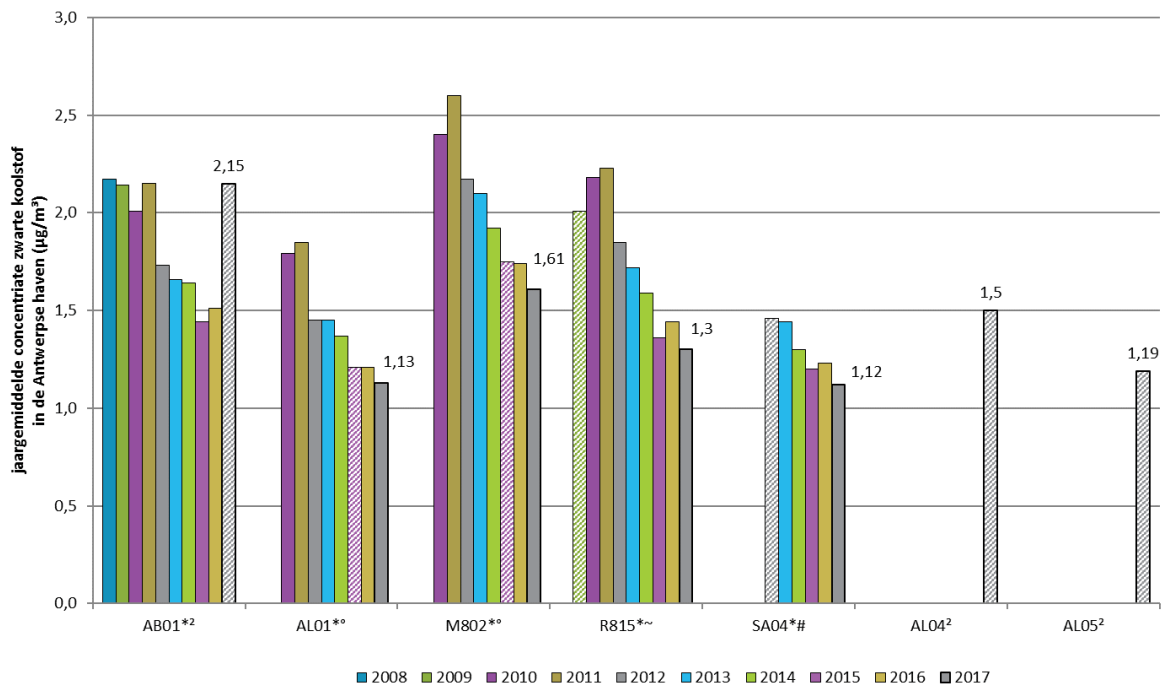
[#] < 90 % databeschikbaarheid; * gerapporteerd aan Europa (BEF015)

Bovenstaande tabel toont dat het virtueel gemiddelde in 2017 voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedroeg. Het hoogste jaargemiddelde op meetplaatsen met voldoende databeschikbaarheid was $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaats Antwerpen – Luchtbal. Het laagste gemiddelde was $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaatsen Hoevenen (SA04) en Antwerpen - Wandeldijk (AL01). Ter vergelijking: in Vlaanderen kent de virtuele meetplaats ‘verkeer’ het hoogste gemiddelde met $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2017 en de virtuele meetplaats ‘landelijk’ kent het laagste gemiddelde met $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het gemiddelde voor de virtuele meetplaats ‘industrieel’ was $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2017.

In Figuur 42 zien we de evolutie van het jaargemiddelde van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, sinds de start van de metingen. Over de volledige periode is er een dalende trend zichtbaar.



Figuur 42: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in de Antwerpse haven

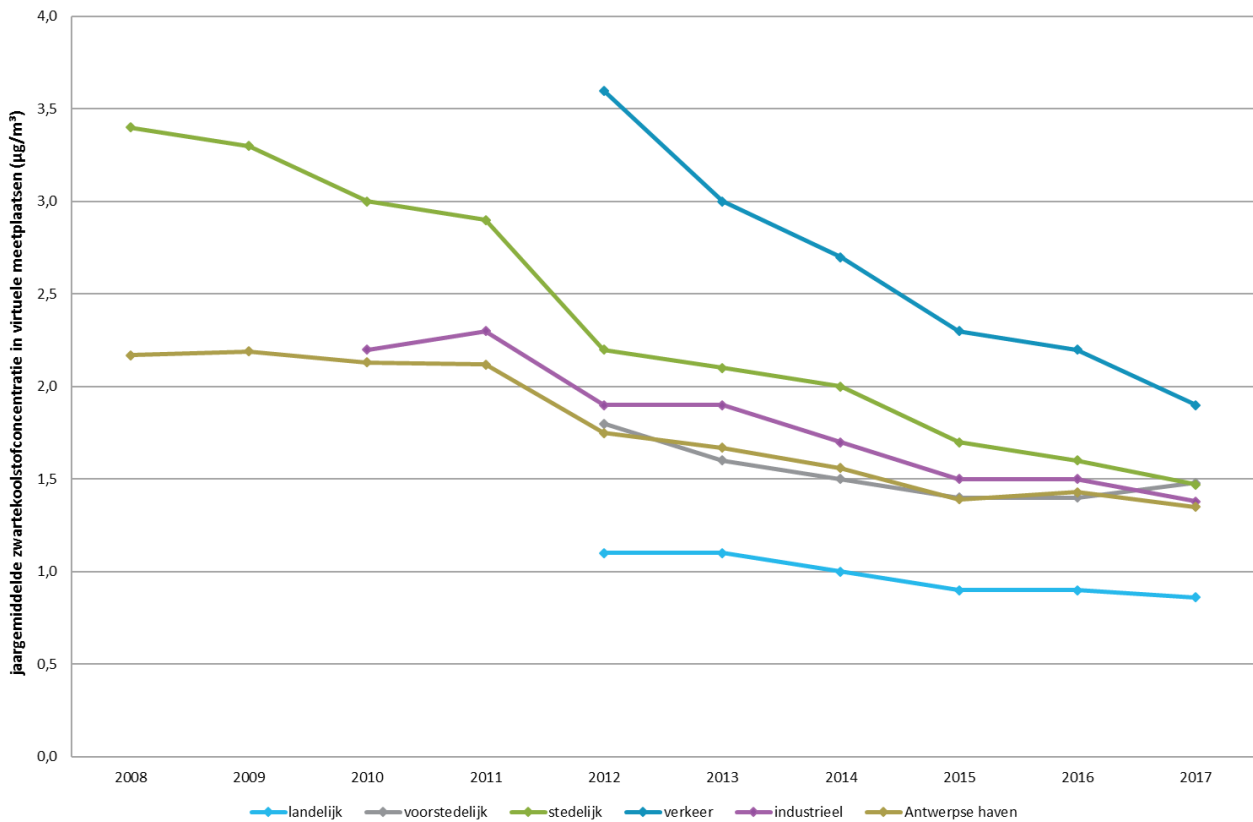


*gerapporteerd aan Europa (BEF01S); ° minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2010; ~ minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2009; # minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2012, ² minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2017. Gearceerde balken geven beperkte databeschikbaarheid weer.

Figuur 43 toont het jaargemiddelde van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, van de landelijke, stedelijke, voorstedelijke, verkeersgerichte, industriële virtuele meetplaatsen en de virtuele meetplaats Antwerpse haven. Op de figuur zien we dat net zoals in de haven van Antwerpen ook op andere virtuele meetplaatsen in Vlaanderen het jaargemiddelde van zwarte koolstof een dalend verloop kent. Het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven is in 2017 gelijk aan het virtueel industrieel gemiddelde.



Figuur 43: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen



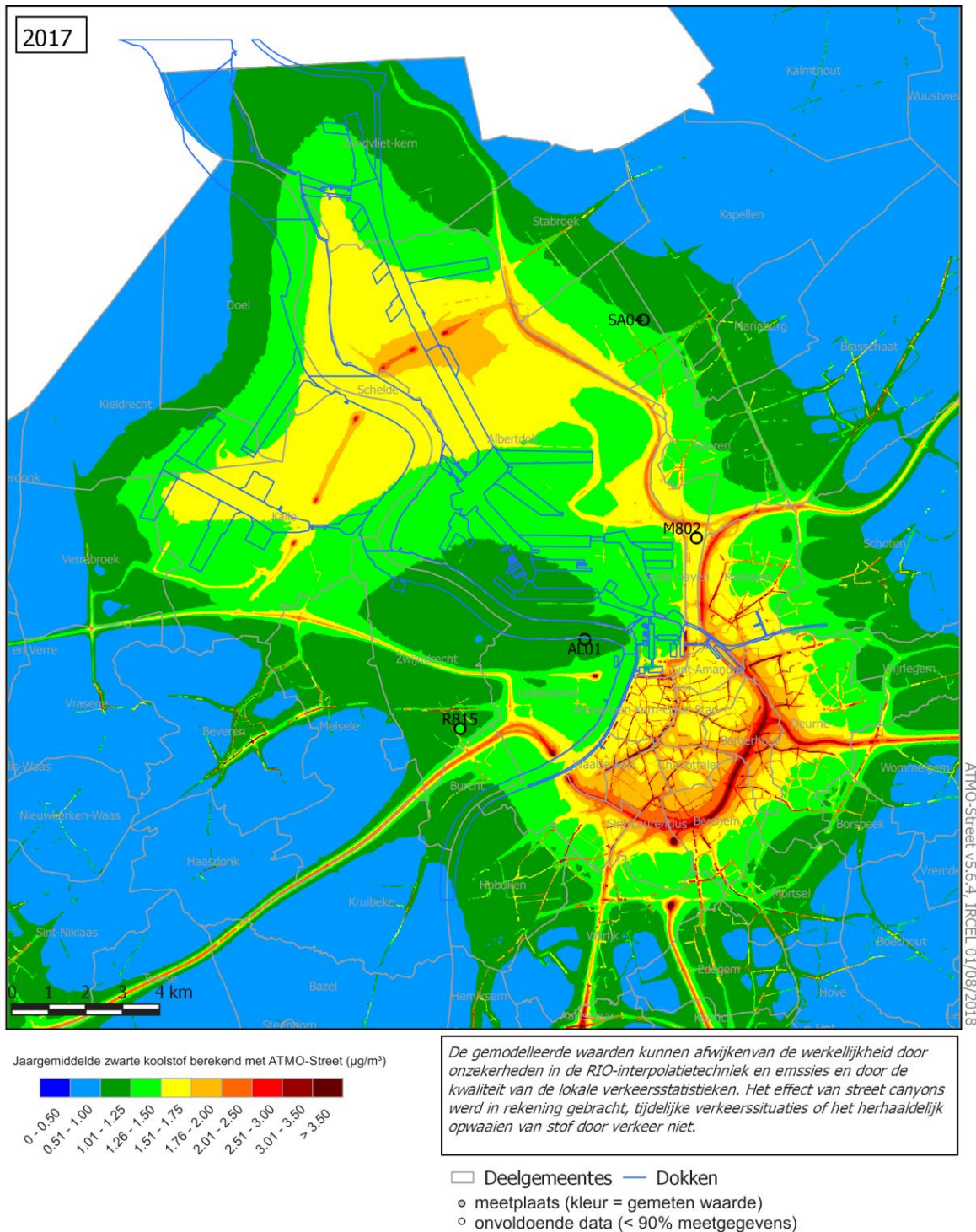
1.4.3.2 Geografische spreiding van zwarte koolstof

Figuur 44 toont de ATMO gemodelleerde jaargemiddelde concentratie van zwarte koolstof. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven van bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6.

De kaart toont duidelijk de verhoogde concentraties aan de Antwerpse ring, de omliggende autosnelweg en drukke toegangswegen.



Figuur 44: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2017



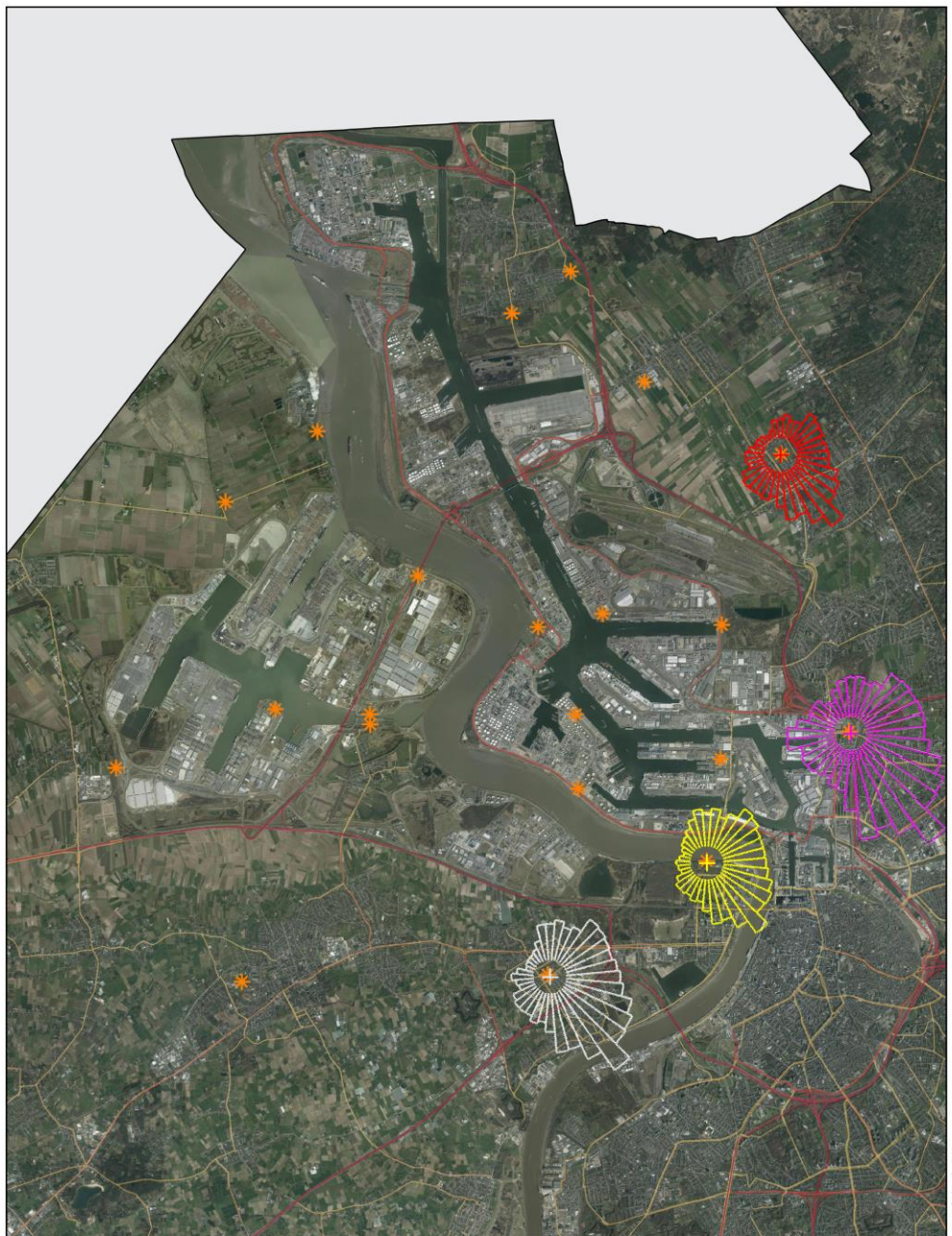
De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 0,68 en 0,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De pollutierozen van zwarte koolstof in Figuur 45 tonen de hoogste gemiddelde waarden in de sectoren rond het zuidoosten. Hier zijn de verhoogde concentraties voornamelijk te wijten aan het feit dat er tijdens de zomerperiode bij deze windrichting regelmatig stabiele meteo-omstandigheden, verhoogde temperaturen en relatief weinig wind voorkomen, die zorgen voor het blijven hangen van de verontreinigde lucht. Om lokale invloeden op te merken werden er zeropollutierozen gemaakt. Figuur 46 toont de zeropollutierozen van zwarte koolstof op de kaart van het havengebied. Verschillende meetplaatsen met veel verkeer zoals verkeerswisselaars en tunnelmonden (Kennedytunnel) geven duidelijke aanvoer van zwarte koolstof aan. Dit is het geval op de meetplaats Zwijndrecht (R815) en Antwerpen-Luchtbal (M802). Ook industriële bronnen beïnvloeden de zwarte koolstofconcentratie op verschillende meetplaatsen, bv. op Antwerpen – wandelijk (AL01) en Antwerpen-Luchtbal (M802). De verderaf gelegen meetplaats in Hoevenen (SA04) lijkt door deze pollutant slechts weinig te worden beïnvloed door de havenactiviteiten. Zwarte koolstof heeft een sterke concentratiegradiënt en kent een grotere invloed door lokale bronnen. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6.

Nabij de meetplaats Antwerpen Luchtbal bekeken we ook de gemodelleerde verkeersgegevens van het verkeerscentrum (PROMOVIA-model). Figuur 47 toont het percentueel verschil in totaal aantal voertuigen tussen 2015 en 2016 in de omgeving van het meetstation Antwerpen-Luchtbal (M802). Daarop zien we een stijging van het aantal voertuigen in zuidoostelijke richting van het meetstation, de andere omliggende wegen kennen een stabiel verloop. Bij vergelijking met de pollutierozen van die twee jaren is er geen eenduidige relatie te leggen tussen de luchtkwaliteit en het verschil in totaal aantal voertuigen. Dit is te verklaren door de weersomstandigheden. De wind komt zelden uit het zuidoosten en andere aspecten zoals neerslag spelen een rol. De verdeling van de voertuigen over het jaar is ook niet constant. Pieperiodes met voertuigen vallen niet noodzakelijkerwijs samen met zuidoostenwind.



Figuur 45: Pollutierozen gemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2017



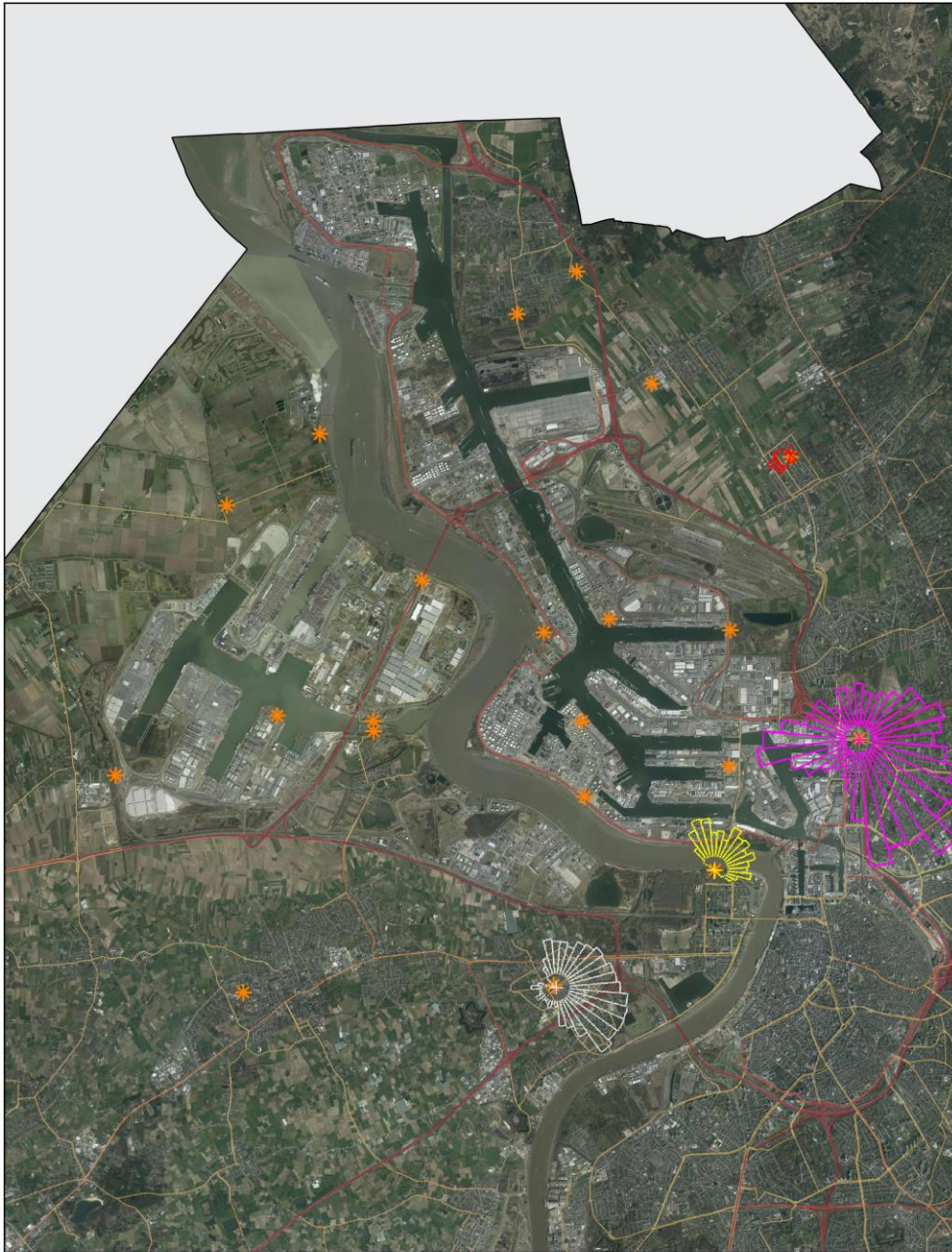
Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 pollutierozen zwarte koolstof

- ★ Meetplaats
- AL01
- SA04
- M802
- R815

zwarte koolstof 7 µg/m³



Figuur 46: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2017



VMM, 17/7/2018

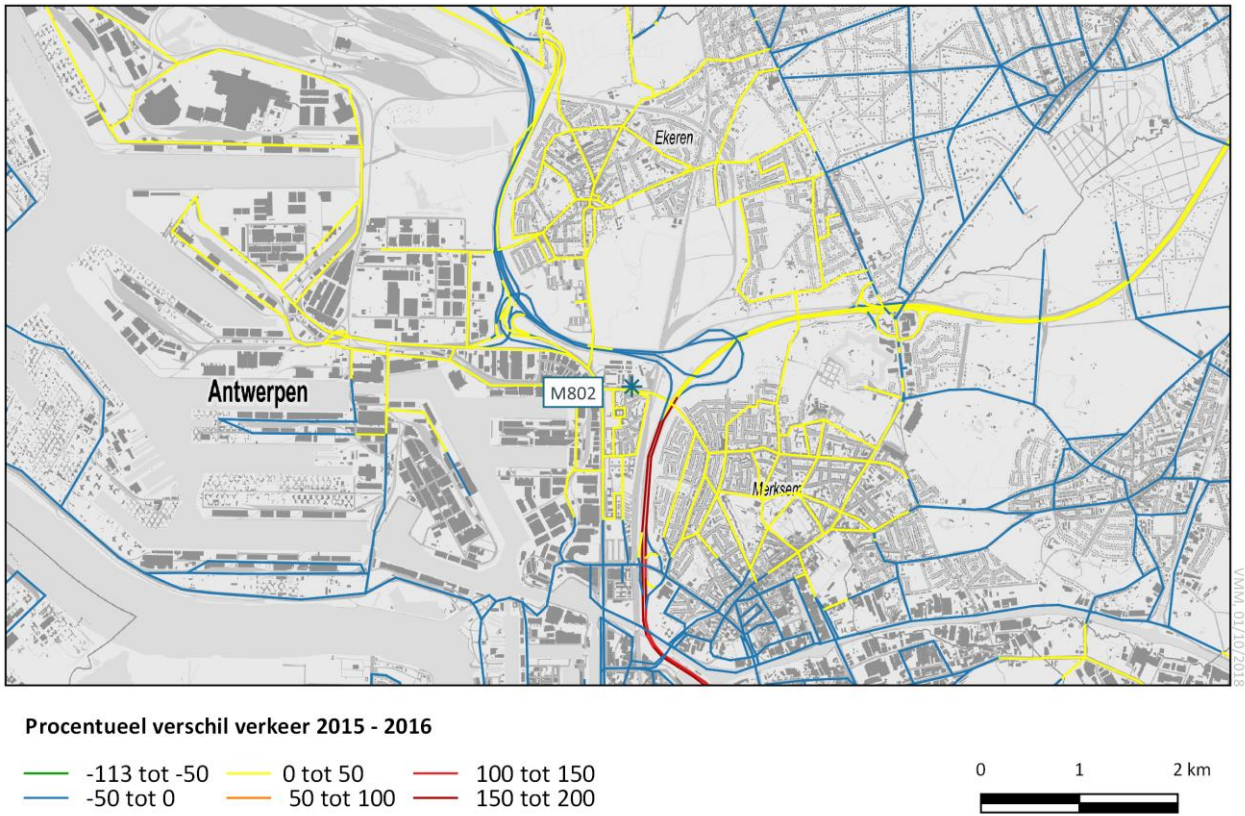
Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2017 zeropollutierozen zwarte koolstof

zwarte koolstof 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- ✱ Meetplaats
- AL01
- SA04
- M802
- R815



Figuur 47: Verkeersgegevens in de omgeving van meetstation Antwerpen-Luchtbal (M802)



1.5 Ozon – O₃

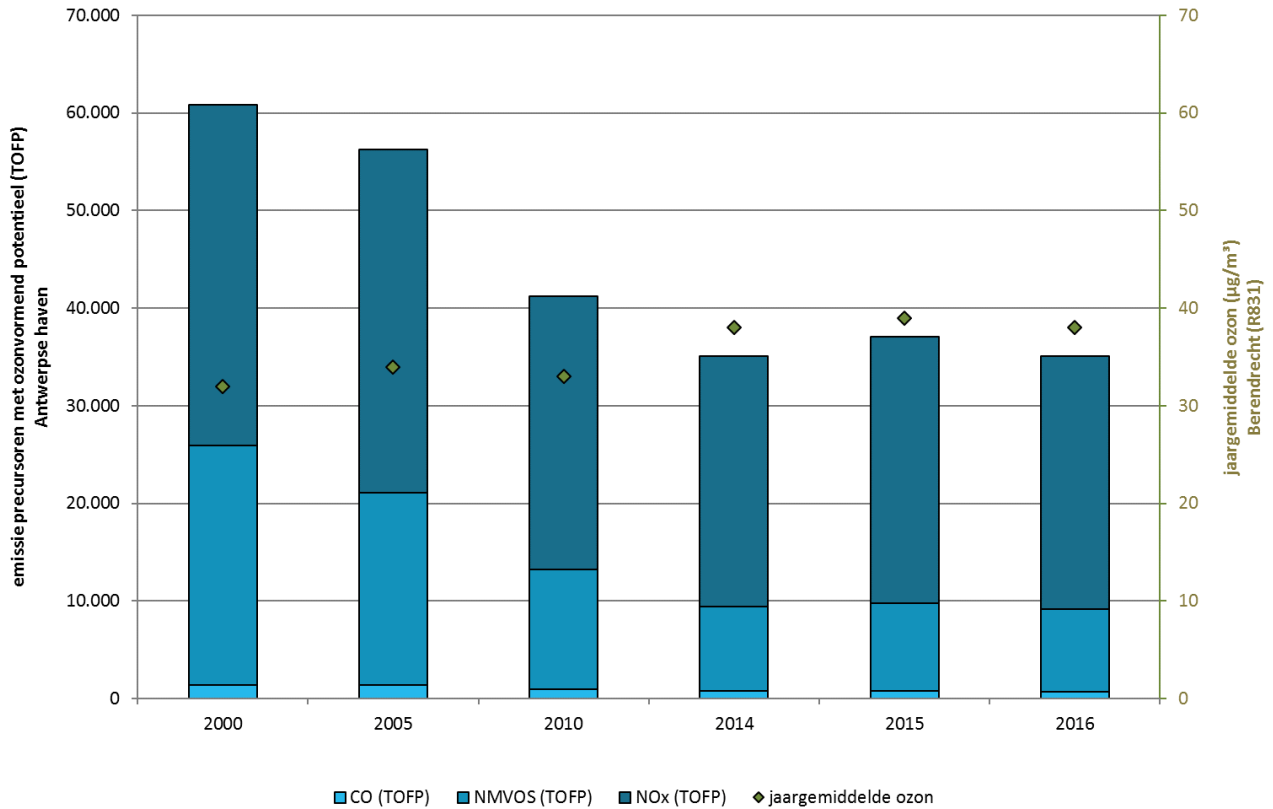
In deze paragraaf bespreken we de emissies van de ozonprecursoren. Daarna evalueren we de trend van de ozonconcentratie en toetsen we die aan de regelgeving. Tot slot bekijken we de geografische spreiding in de Antwerpse haven.

1.5.1 Emissies van ozonprecursoren

Figuur 48 toont de emissies van de verschillende precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven voor verschillende sectoren en het ozonjaargemiddelde voor de jaren 2000, 2005, 2010 en 2014 t.e.m. 2016.



Figuur 48: Emissies van precursoren met ozonvormend potentieel (ton TOFP-equivalent) en jaargemiddelde ozon in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

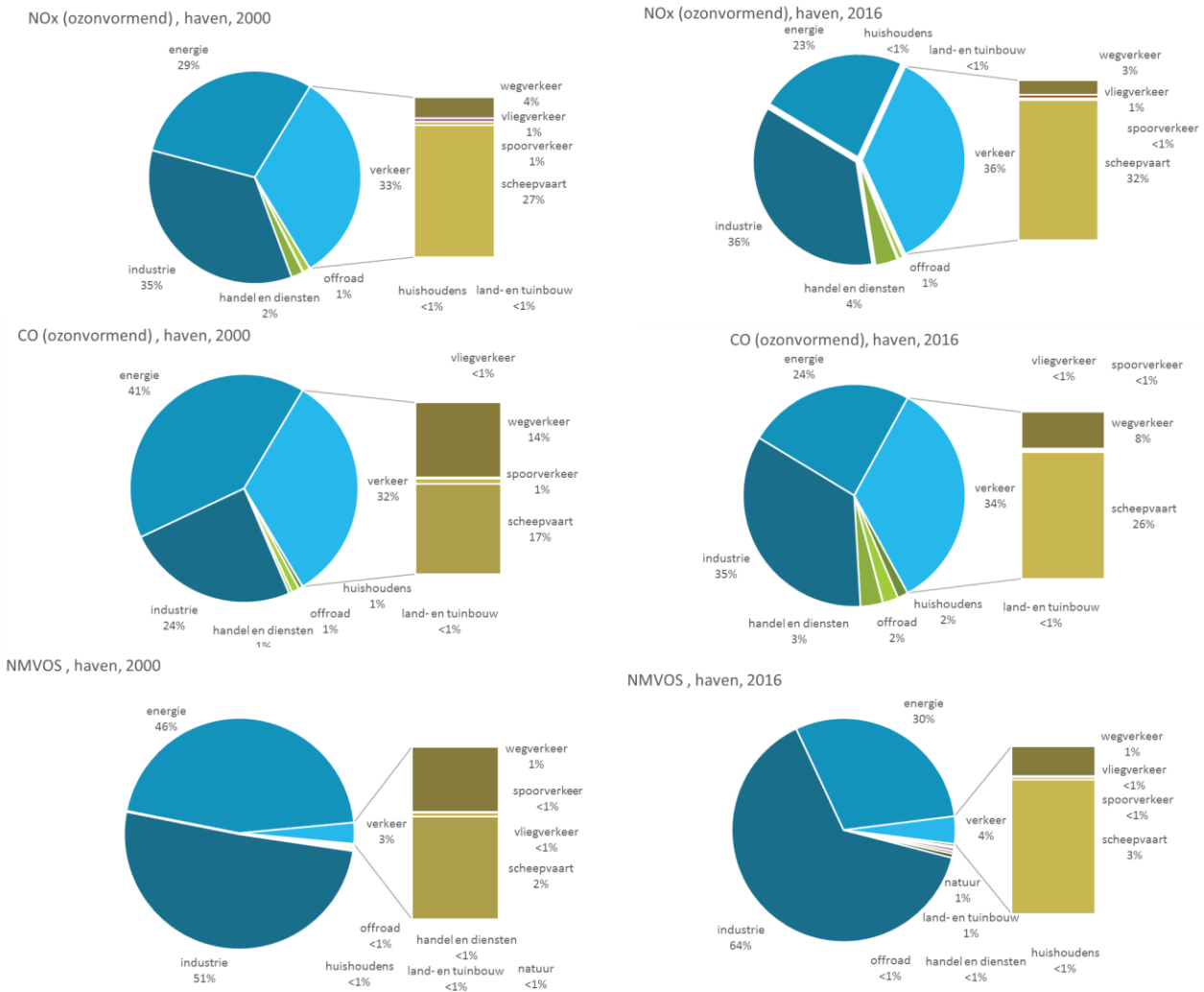
Ozonvormend potentieel in TOFP bepaald volgens methode De Leeuw et al (2002), De gerapporteerde CH₄-emissie is verwaarloosbaar en niet opgenomen in de figuur.

Ozon ontstaat na chemische reacties tussen verschillende voorloperstoffen. Niet elke voorloperstof of precursor draagt evenveel bij aan de ozonvorming. Om een beeld te krijgen van de uitstoot die leidt tot ozon, wordt die uitgedrukt in ozonvormend potentieel (TOFP).

In de periode 2000-2016 was er een sterke daling van de uitstoot van ozonvormend potentieel. De jaargemiddelde ozonconcentratie kende echter een stijgend verloop. De ozonchemie kan dit verklaren: de pollutent NO kan de ozon via een snelle reactie afbreken (zie ook verder). Anderzijds heeft NO₂ een langere levensduur waardoor deze pas ozon vormt op verder gelegen plaatsen. Figuur 49 toont de aandelen van de verschillende sectoren voor de ozonprecursoren NO_x(NO₂), CO en NMVOS voor de jaren 2000 en 2016 in de Antwerpse haven. Hierbij zien we dat bij de drie pollutenten telkens de sectoren energie, industrie en verkeer de belangrijkste sectoren zijn. In 2016 was voor CO de sector energie de belangrijkste bron, voor NMVOS was dit industrie en NO_x (NO₂) was vooral afkomstig van het verkeer.



Figuur 49: Aandeel sectoren emissie precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven

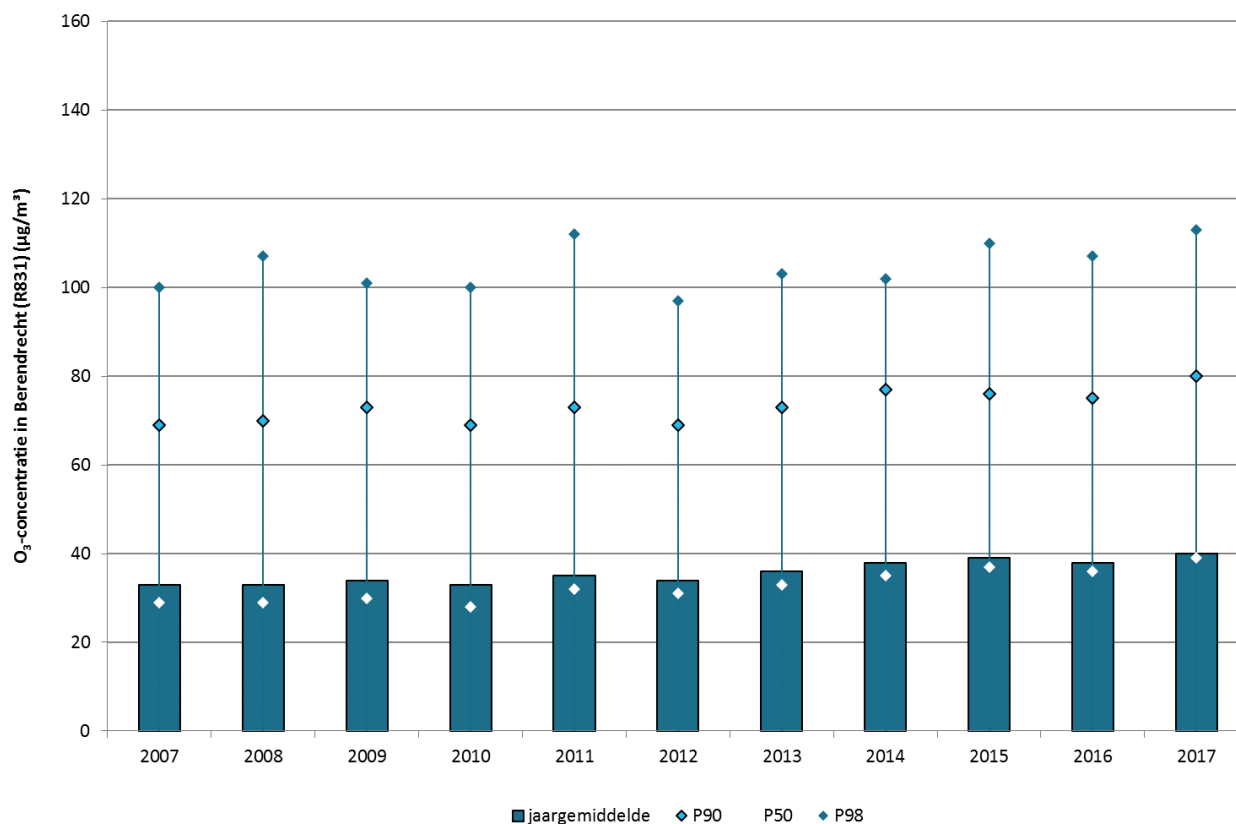


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.5.2 Trend en toetsing van de ozonmeetwaarden

Figuur 50 vertoont een licht schommelend verloop van het jaargemiddelde. In de periode 2012-2017 was er een licht stijgend verloop, waarbij het jaargemiddelde in 2017 de waarde van het jaar 2006 waarbij de ozonwaarden hoger lagen, benadert. De evolutie van het jaargemiddelde over de laatste jaren was gelijklopend met de trend van het jaargemiddelde in heel Vlaanderen. Het ozonjaargemiddelde op de meetplaats Berendrecht (R831) ligt wel ongeveer 5 µg/m³ lager dan gemiddeld over Vlaanderen. Dit betekent dat op de meetplaats Berendrecht de impact van het industrieel en stedelijk niveau merkbaar is. Door de hogere uitstoot van NO in een verkeersrijke, industriële of stedelijke omgeving, wordt er immers meer ozon afgebroken via een snelle reactie (titratie). Uitgestoten NO₂ leeft langer en wordt verder getransporteerd alvorens het ozon vormt. Dat is de reden waarom de ozonconcentraties in steden en industriegebieden over het algemeen lager liggen dan op het platteland.

Figuur 50: Evolutie O₃-concentraties in Berendrecht (R831)



* in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.

Voor wat betreft de hoge percentielen en maxima is er wel enige variatie te zien in de meetresultaten per jaar. Dit heeft te maken met de kwaliteit van de zomers. Tijdens warme en zonnige zomers zijn de maxima en hogere percentielen hoger dan tijdens gemiddelde zomers.

Onderstaande tabel vat de belangrijkste statistische parameters voor ozon in de periode 2007-2017 samen.

Tabel 9: Belangrijkste statistische parameters voor ozon in Berendrecht (R831)

UURWAARDEN												
O ₃ µg/m ³	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
JG	33	33	34	33	35	34	36	38	39	38	40	
P50	29	29	30	28	32	31	33	35	37	36	39	
P90	69	70	73	69	73	69	73	77	76	75	80	
P98	100	107	101	100	112	97	103	102	110	107	113	
Max	162	153	168	198	193	197	181	180	196	182	183	

In onderstaande tabel toetsen we de ozonconcentraties gemeten op de meetplaats Berendrecht (R831) aan de informatie- en alarmdrempel, de streefwaarden, de langetermijndoelstellingen voor de bescherming van

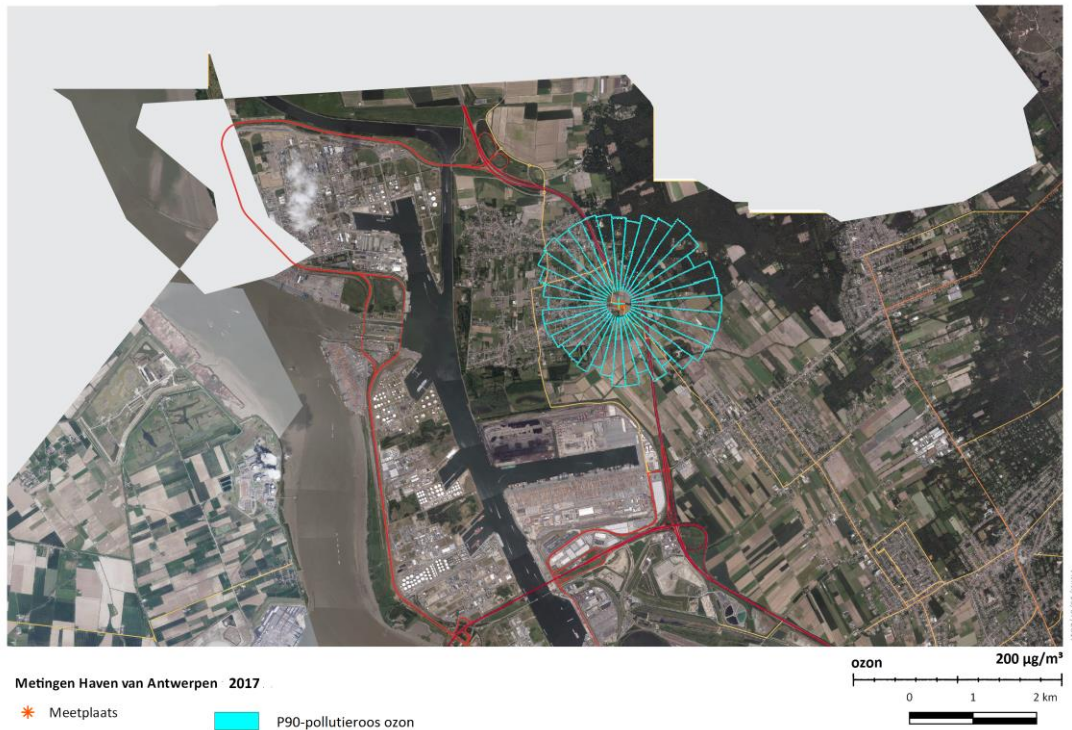


1.5.3 Geografische spreiding van O₃-concentraties

Figuur 51 toont de 90ste percentielpollutieroos van ozon. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. De piekconcentraties komen voor op warme en zonnige dagen wanneer ozon gevormd wordt uit de aanwezige precursoren. Bij een noordoostelijke tot zuidwestelijke wind worden er meer precursoren aangevoerd en zullen de ozonconcentraties op die zomerse dagen het hoogst oplopen. Omdat O₃ als secundaire pollutant gevormd wordt en deze reactie niet onmiddellijk doorgaat, zijn bronnen voor ozon (bronnen van VOS en NO_x) in de onmiddellijke omgeving moeilijk aan te duiden.



Figuur 51: 90ste Percentiel pollutieroos ozon voor Berendrecht (R831) in 2017



1.6 Vluchtige organische stoffen – BTEX en VOS

In deze paragraaf bespreken we benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleenisomeren (BTEX) en een reeks van vluchtige organische stoffen. We bespreken we de emissies van totaal NMVOS en BTEX-componenten, de concentraties van beide groepen en voor de BTEX bekijken we ook de geografische spreiding in de Antwerpse haven.

1.6.1 Emissies van benzeen, toluen en xyleen-isomeren

De industriële emissies in Figuur 52 zijn afkomstig van het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM en geven enkel de emissies die de bedrijven in de Antwerpse haven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag.

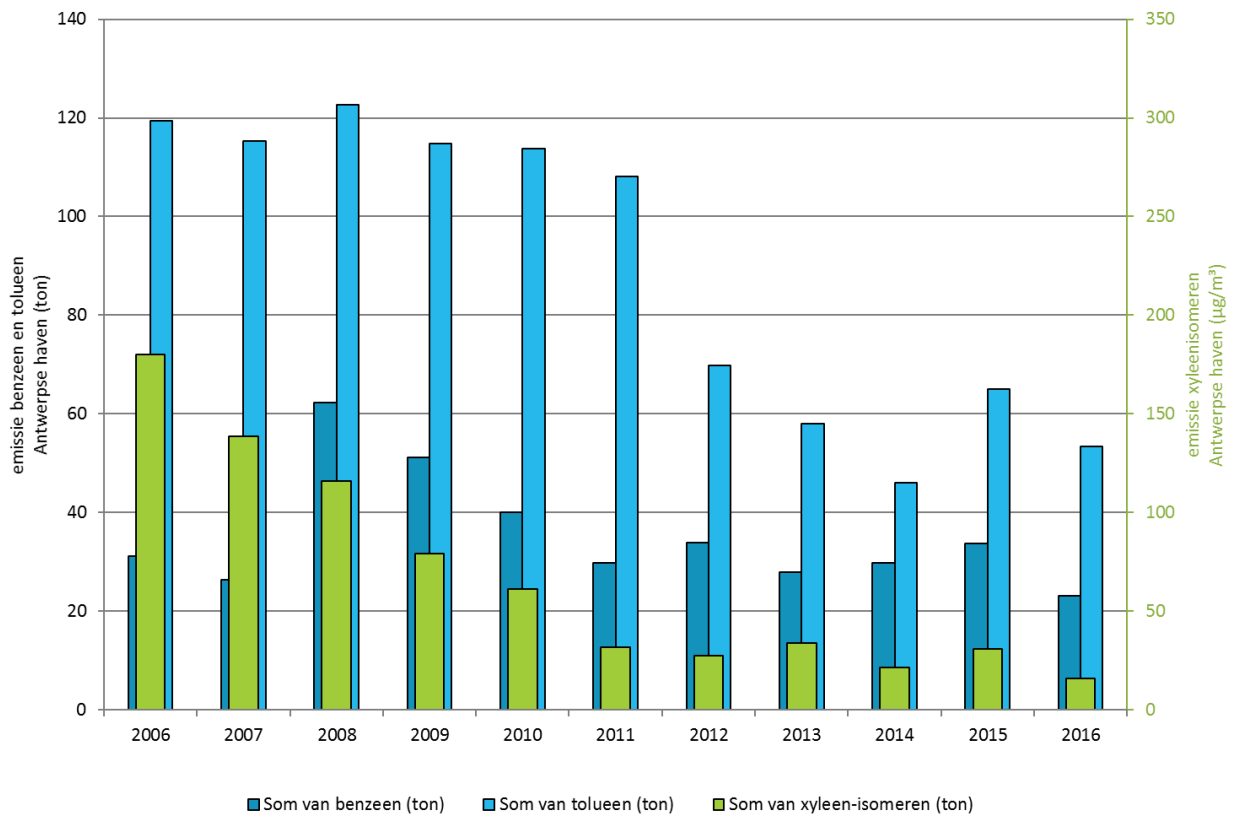
De emissies van de xyleenisomeren kennen van 2006 tot en met 2011 een stelselmatige daling, daarna kennen ze een schommelend licht dalend verloop. In 2016 ligt de emissie van de xyleenisomeren 90 % lager dan in 2006.

De toluenemissie kent een dalend verloop, vooral zichtbaar vanaf 2012. In 2015 en 2016 waren de emissies opnieuw hoger.



De emissie van benzeen kent lage waarden in 2006 en 2007. De emissie in 2008 was opnieuw hoger gevolgd door een dalend verloop tussen 2008 en 2011. Sinds 2011 dalen de gerapporteerde emissies van benzeen echter niet meer. Er is eerder een schommelend verloop vast te stellen.

Figuur 52: Industriële IMJV-emissies benzeen, toluene en xyleen-isomeren in de Antwerpse havengebied



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.6.2 Emissie van totaal NMVOS

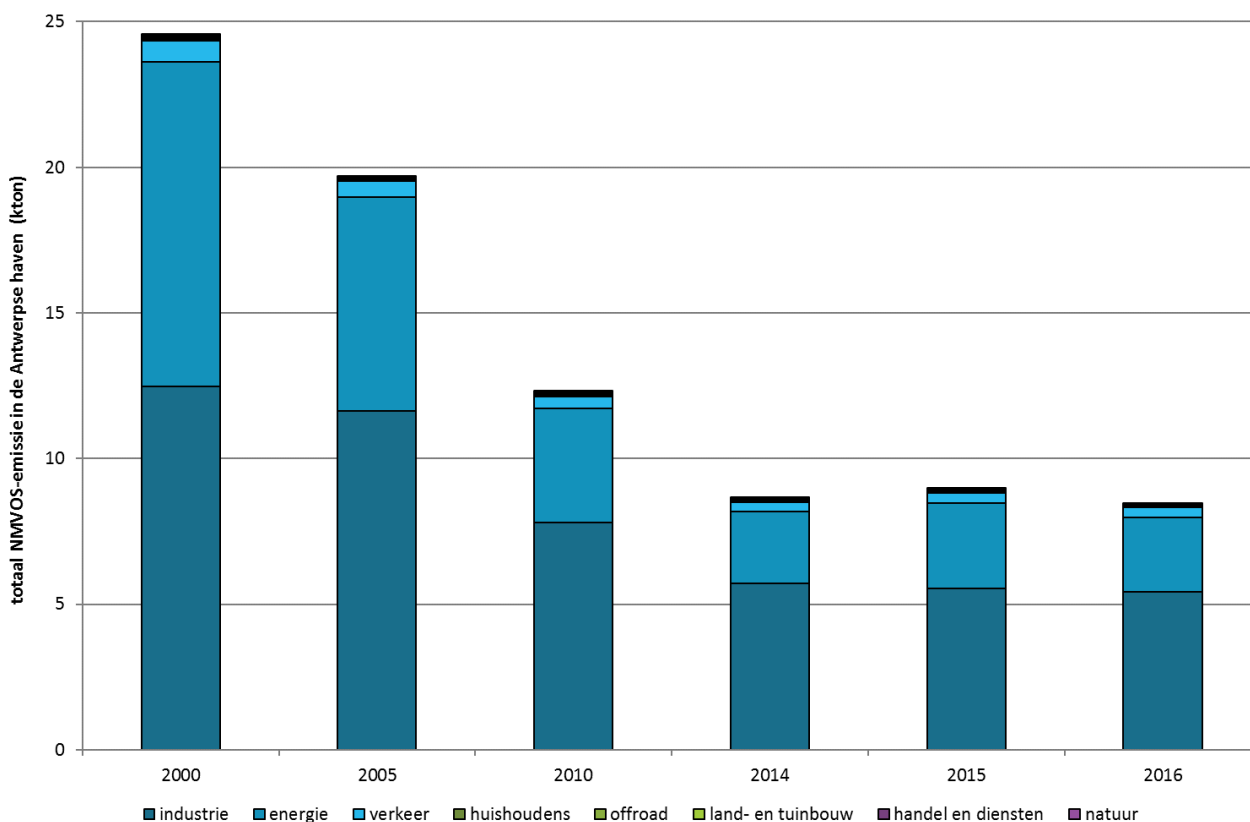
Figuur 53 toont de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2014 t.e.m. 2016 voor verschillende sectoren. De niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) omvatten alle organische stoffen van menselijke oorsprong, met uitzondering van methaan, die in staat zijn om fotochemische oxidanten te produceren door reactie met stikstofoxides onder invloed van zonlicht. De NMVOS-emissie toont de som van alle stoffen, maar geeft geen informatie over de individuele componenten.

De sectoren met de grootste emissies waren energie en industrie. De emissie van de sector verkeer bedroeg slechts een fractie van de emissies van de sectoren industrie en energie meer bepaald 4 % in 2016, waarvan 80 % door scheepvaart. De overige sectoren hadden een verwaarloosbaar aandeel.

In de periode 2000 - 2014 daalden de emissies gestaag. De emissies in 2016 liggen na een stijging in 2015 terug op hetzelfde niveau als in 2014.



Figuur 53: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.6.3 Automatische BTEX-metingen

1.6.3.1 Trend en toetsing van de BTEX-metwaarden

Onderstaande tabellen tonen enkele relevante statistische parameters van benzeen en toluen tussen 2013 en 2017. Uit deze tabellen blijkt dat de EU-regelgeving en WGO-advieswaarden gehaald zijn in 2017 op meetstations met voldoende databeschikbaarheid.

Tabel 11: Jaargemiddelde uurwaarde voor benzeen

Benzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016	2017
R833* – Stabroek	0,9	0,9	0,8	0,75	0,69
M802* – Antwerpen	/	0,7	0,9	1,32	1,15
Luchtbal					
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	5,36	5,33
AL01 – Antwerpen Linkeroever- Wandeldijk	/	/	/	1,06	0,88

Beperkte databeschikbaarheid: 2014 M802 (84%); In 2016 R822 (73 %), AL01 (27 %); in 2017 op R822 (78%); * gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

Tabel 12: P98-dagwaarde voor benzeen

Benzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016	2017
R833* – Stabroek	3,05	2,34	2,30	2,52	2,28
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	2,62	2,51	4,90	4,28
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	21,58	22,96
AL01 – Antwerpen Linkeroever- Wandeldijk	/	/	/	2,83	5,18

Beperkte databeschikbaarheid: 2014 M802 (84%); %; in 2016 R822 (73 %), AL01 (27 %); in 2017 op R822 (78%). * gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

Tabel 13: Maximale halfuurwaarde toluen

Toluen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016	2017
R833* – Stabroek	98,0	61,2	39,3	59,30	53,84
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	31,5	43,2	88,81	66,41
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	123,31	98,59
AL01 – Antwerpen Linkeroever- Wandeldijk	/	/	/	114,39	100,31

Beperkte databeschikbaarheid: in 2014: M802 (84%); in 2016 R822 (76%), AL01 (27%); * gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

Tabel 14: Maximaal weekgemiddelde toluen

Toluen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016	2017
R833* – Stabroek	3,7	2,4	2,9	2,8	2,00
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	2,4	3,7	3,7	3,00
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	22,1	33,29
AL01 – Antwerpen Linkeroever- Wandeldijk	/	/	/	3,7	3,22

Beperkte databeschikbaarheid: in 2014: M802 (84%); in 2016 R822 (76%), AL01 (27%); * gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

De meetwaarden van de meetstations verschillen sterk tussen de verschillende meetstations. In 2017 werd het hoogste benzeenjaargemiddelde gemeten op de meetplaats Antwerpen-Polderdijkweg (R822) in de Antwerpse haven en bedroeg $5,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is een indicatief jaargemiddelde, aangezien er minder dan 90 % beschikbare data zijn. Deze meetplaats ligt in industriegebied en de luchtkwaliteit wordt beïnvloed door de nabijheid van de petrochemische industrie. De hoge concentraties bemoeilijken de metingen. Zowel het gemiddelde als de piekwaarden (P98) lagen op deze meetplaats een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. In de omgeving meet de VMM ook hoge concentraties op Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Antwerpen-Luchtbal (M802). In de omgeving van Antwerpen-Luchtbal vinden grote wegenwerken plaats waardoor extra verkeersdruk aanwezig is. De wegenwerken hebben ook invloed op de hogere benzeenconcentraties. De concentraties in het meetstation Stabroek zijn de laagste van de vier meetstations. Dit meetstation ligt dan ook op enige afstand van het havengebied.

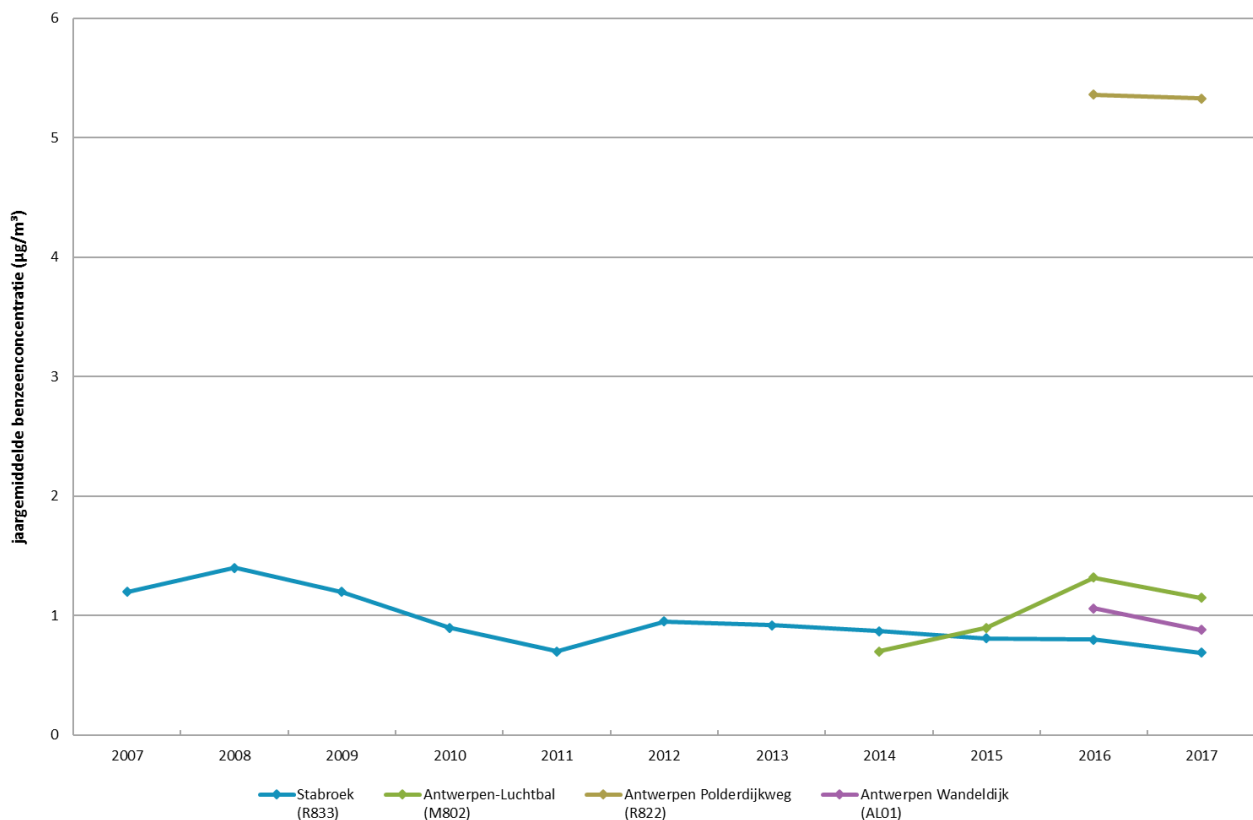
Figuur 54 tot en met Figuur 62 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2007-2017 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven. Enkel het meetstation in Stabroek (R833) heeft een langere



trend. De eerste 4 jaar was er op de meetplaats Stabroek vooral een dalende trend, tussen 2010 en 2013 is er een schommelend verloop. Daarna stabiliseren de concentraties van alle pollutanten. Voor de andere meetplaatsen zijn geen duidelijke trends zichtbaar.

Benzeen is kankerverwekkend waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou er één extra kankergeval per 10.000 inwoners zijn. Bij een concentratie van $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rekt men één extra kankergeval per 100.000 inwoners en bij $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ één per 1.000.000. In de Antwerpse haven situeert afhankelijk van de locatie het kankerrisico zich tussen 1 extra kankergeval op 250.000 inwoners en 1 extra kankergeval op 32.000 inwoners. Het agentschap Zorg en Gezondheid beoordeelt deze concentraties als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.

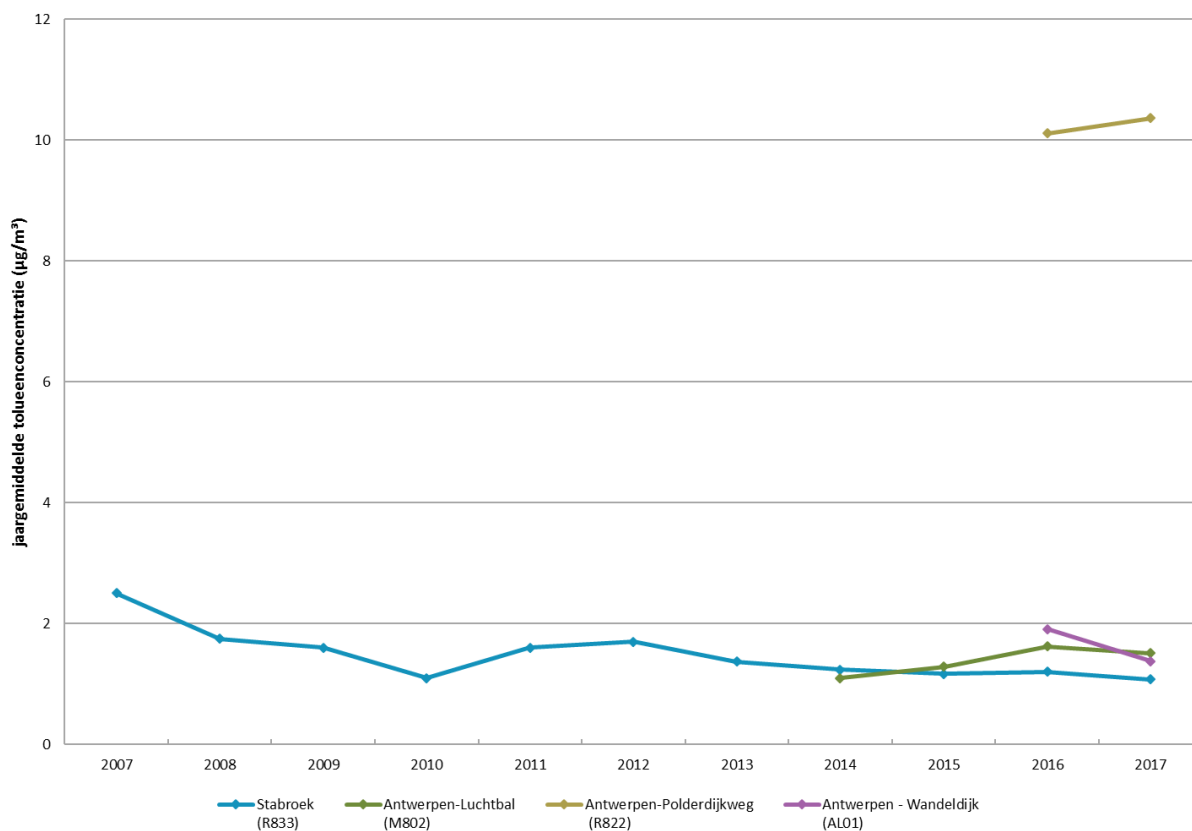
Figuur 54: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (73 %); AL01 (27 %) in 2017 op R822 (78%).



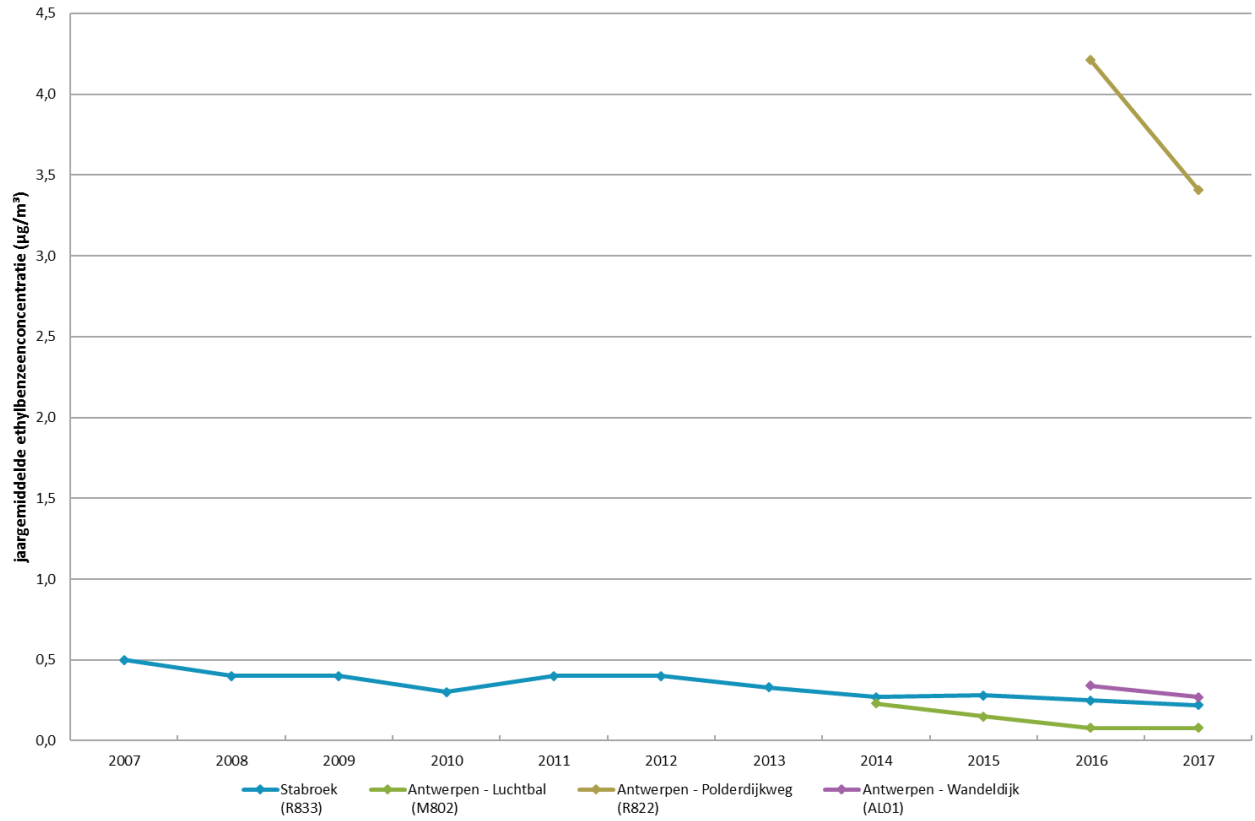
Figuur 55: Evolutie toluëenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (76 %), AL01 (27 %)



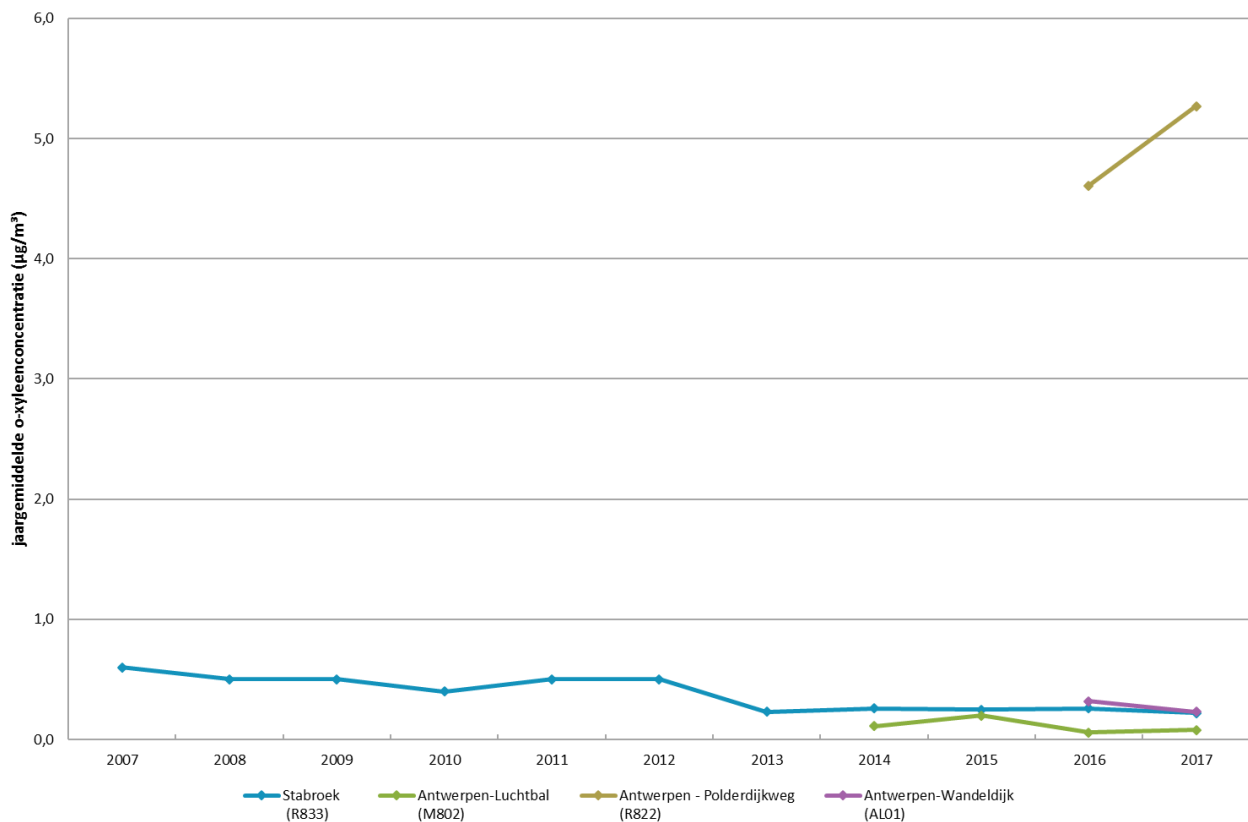
Figuur 56: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (75 %), AL01 (27 %)



Figuur 58: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (76%); AL01 (27%).

De metingen op de meetplaats Polderdijkweg (R822) kennen technische moeilijkheden door de hoge concentraties. Toetsing van de jaargrenswaarde is daarom niet mogelijk. Om een duidelijker beeld te krijgen onderzoeken we hier de verdeling van de halfuurconcentraties.

Figuur 59 toont de histogrammen van de benzeenconcentraties op de vier meetplaatsen in de Antwerpse haven. Deze figuren geven het aantal halfuurmeetwaarden benzeen in categorieën weer per meetplaats voor 2017.

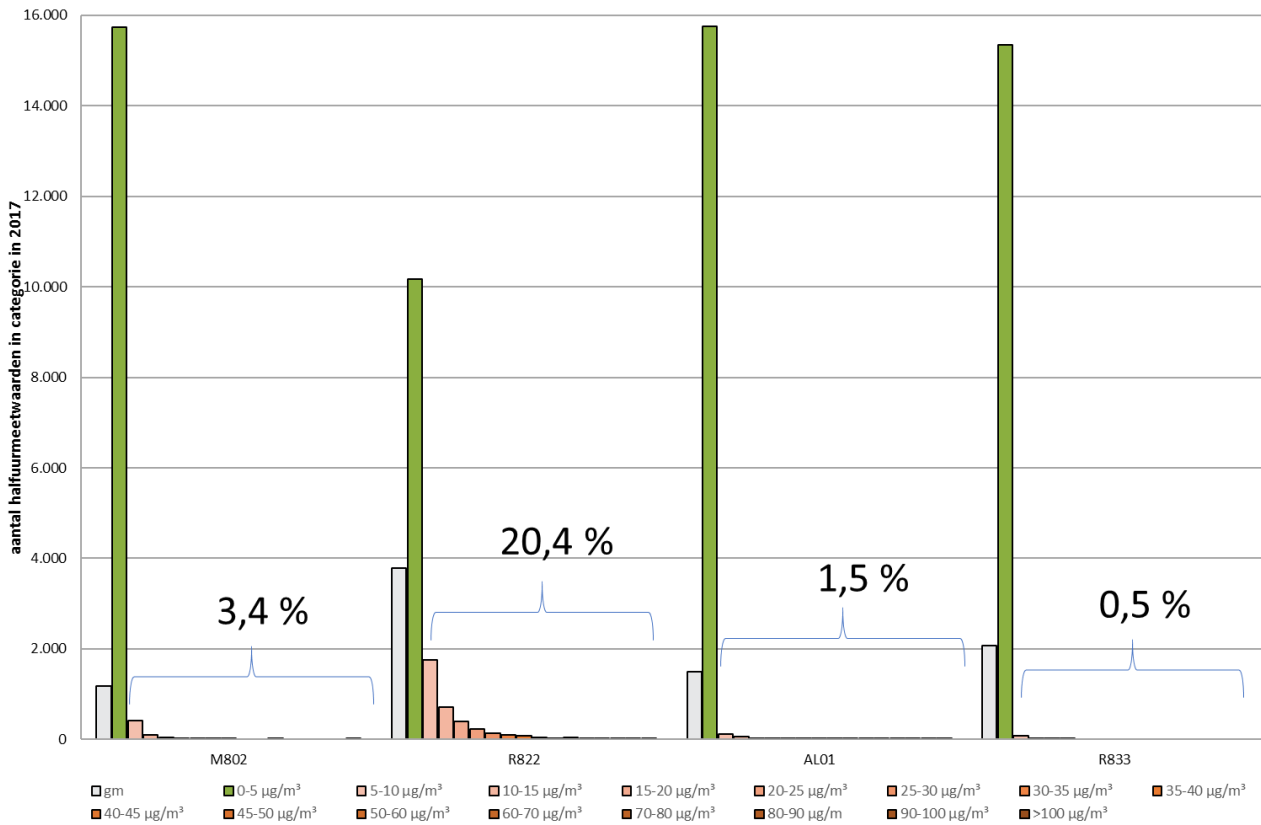
De categorieën zijn:

- meetwaarden kleiner dan 5 µg/m³
- diverse categorieën met meetwaarden >5 µg/m³
- een categorie 'geen meetwaarde'.

De figuur toont voor de meetplaats in de Polderdijkweg (R822) een totaal ander beeld dan voor de andere meetplaatsen. Bij Antwerpen – Wandeldijk (AL01), Antwerpen – Luchtbal (M802) en Stabroek (R833) ligt zo'n 90 % van de gemeten halfuurwaarden onder de 5 µg/m³. Bij Polderdijkweg (R822) is dit veel minder, deels omdat een groter deel van de halfuren in 2017 geen meetwaarde kent maar ook omdat er meer concentraties boven de 5 µg/m³ werden gemeten. Ongeveer één vijfde van de meetwaarden ligt boven 5 µg/m³. Op de meetplaatsen Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Antwerpen-Luchtbal (M802) ligt het aantal meetwaarden boven de 5 µg/m³ ongeveer 10 keer lager, daar worden echter ook hogere halfuurwaarden opgemeten in 2017. De meetplaats Stabroek (R833) kent het minste aantal halfuurconcentraties > 5 µg/m³, de meetwaarden zijn ook minder hoog dan op de andere meetplaatsen.



Figuur 59: histogram benzeenconcentraties in de Antwerpse haven



1.6.3.2 Geografische spreiding van BTEX-componenten

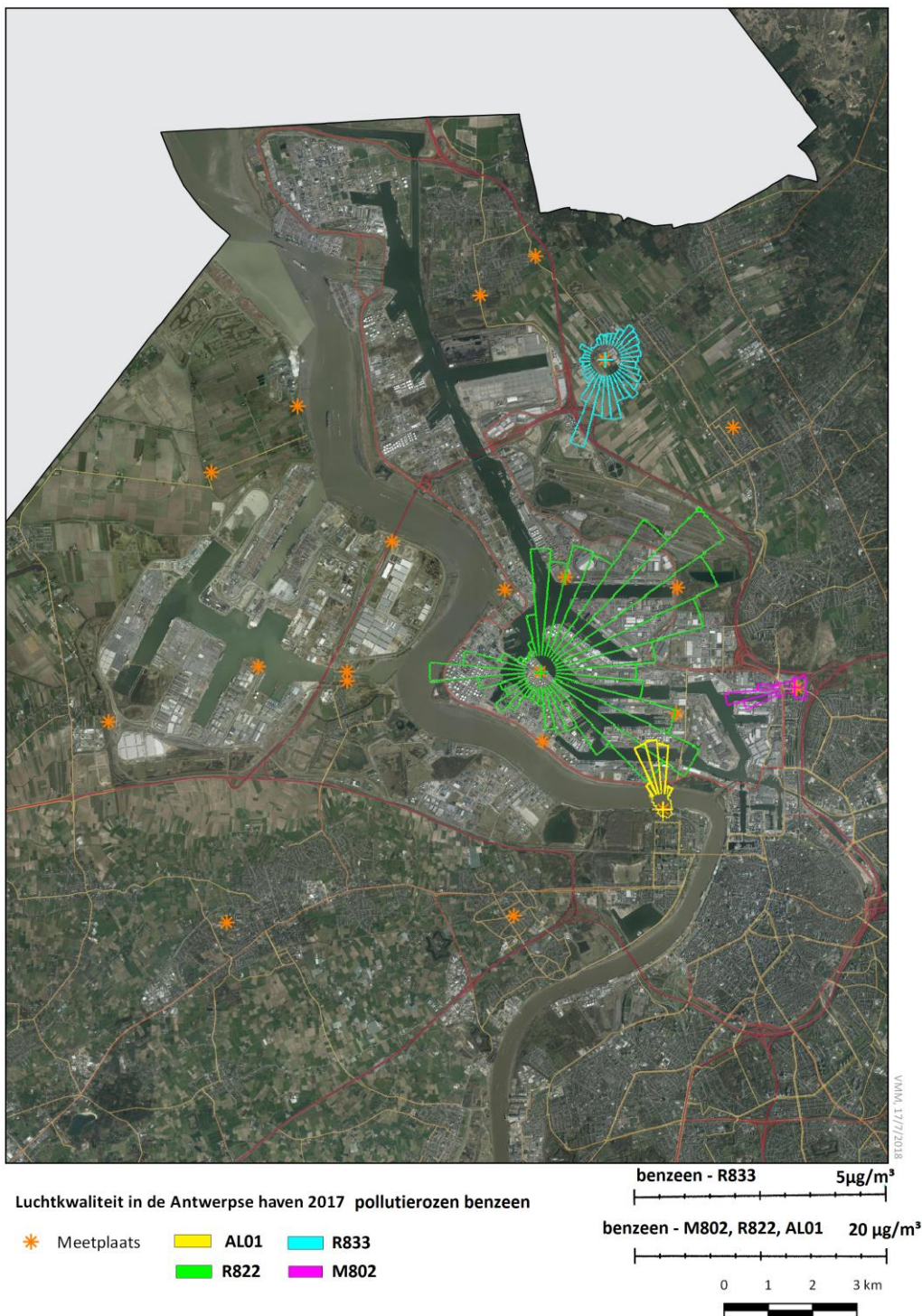
Figuur 60 tot en met Figuur 64 toont de pollutierozen van benzeen, toluen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren op de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven in 2017. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. In het havengebied worden de BTEX-componenten op vier locaties gemeten. De locaties Antwerpen Luchtbal (M802), Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Stabroek (R833) zijn gelegen op locaties dicht bij bewoning. De locatie Polderdijkweg (R822) is gelegen op een industriële locatie. Voor benzeen zijn er op die meetplaats technische moeilijkheden om de hoge concentraties te meten, daarom is er ook in 2017 voor die pollutant beperkte databeschikbaarheid. De interpretatie van de meetgegevens vergt hierdoor enige voorzichtigheid, maar de pollutieroos is zo uitgesproken dat we ze hier toch bespreken.

De concentraties voor alle componenten op Polderdijkweg (R822) liggen veel hoger dan op de andere meetplaatsen, wat te verwachten is gezien de nabije industrie. Door het grote verschil in concentraties tussen de verschillende meetplaatsen, gebruiken we in de figuren verschillende schalen per meetplaats.

Voor benzeen situeren de bronnen zich op R822 in de zuidoostelijke, westelijke en noordoostelijke richting. Dit is de richting van verschillende petroleumraffinaderijen. Ook de pollutierozen van Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Antwerpen-Luchtbal (M802) geven benzeenaanvoer weer vanuit de richting van de raffinaderijen. In Stabroek (R833) zien we voornamelijk de aanvoer uit zuidelijke richting.

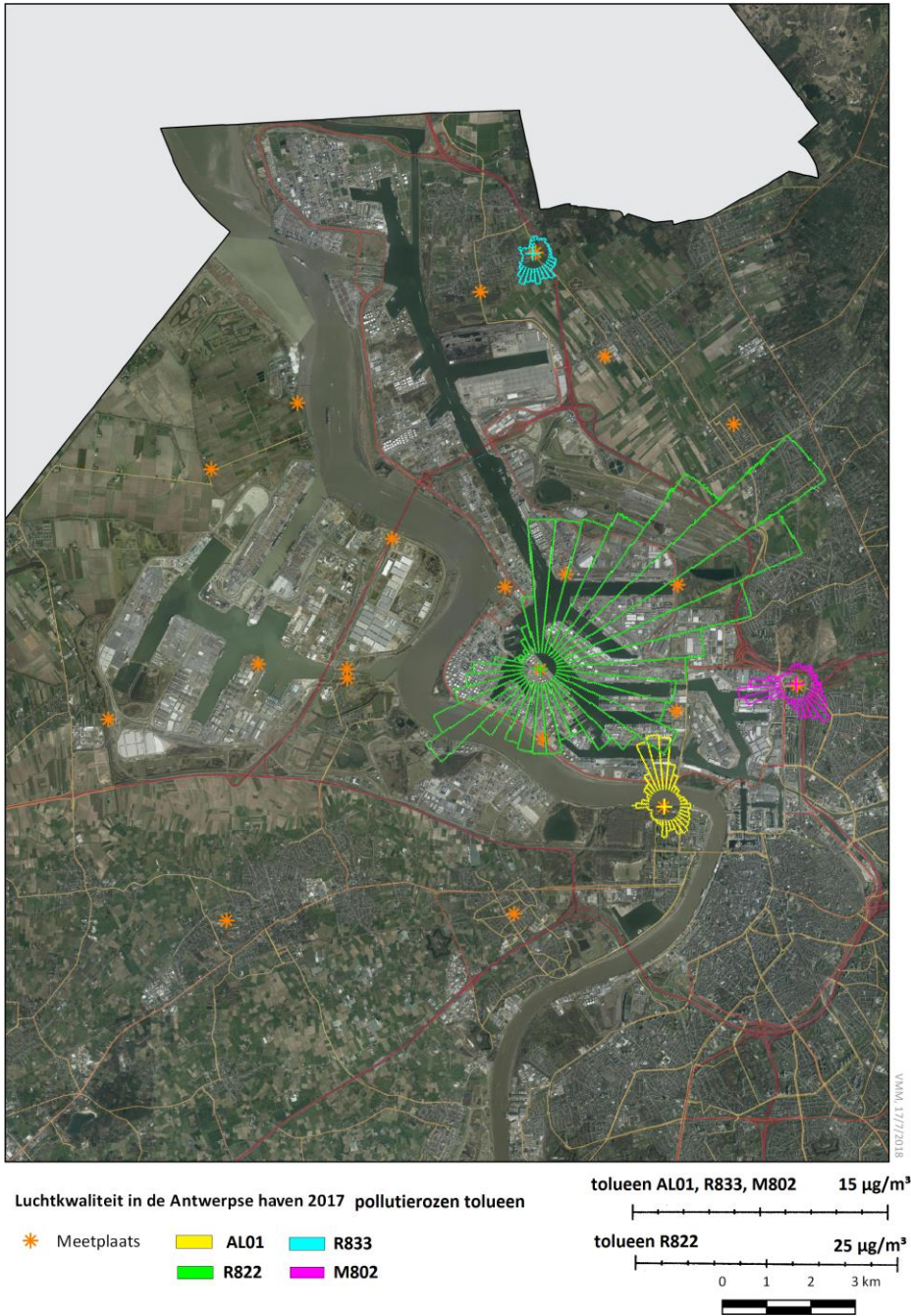


Figuur 60: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2017



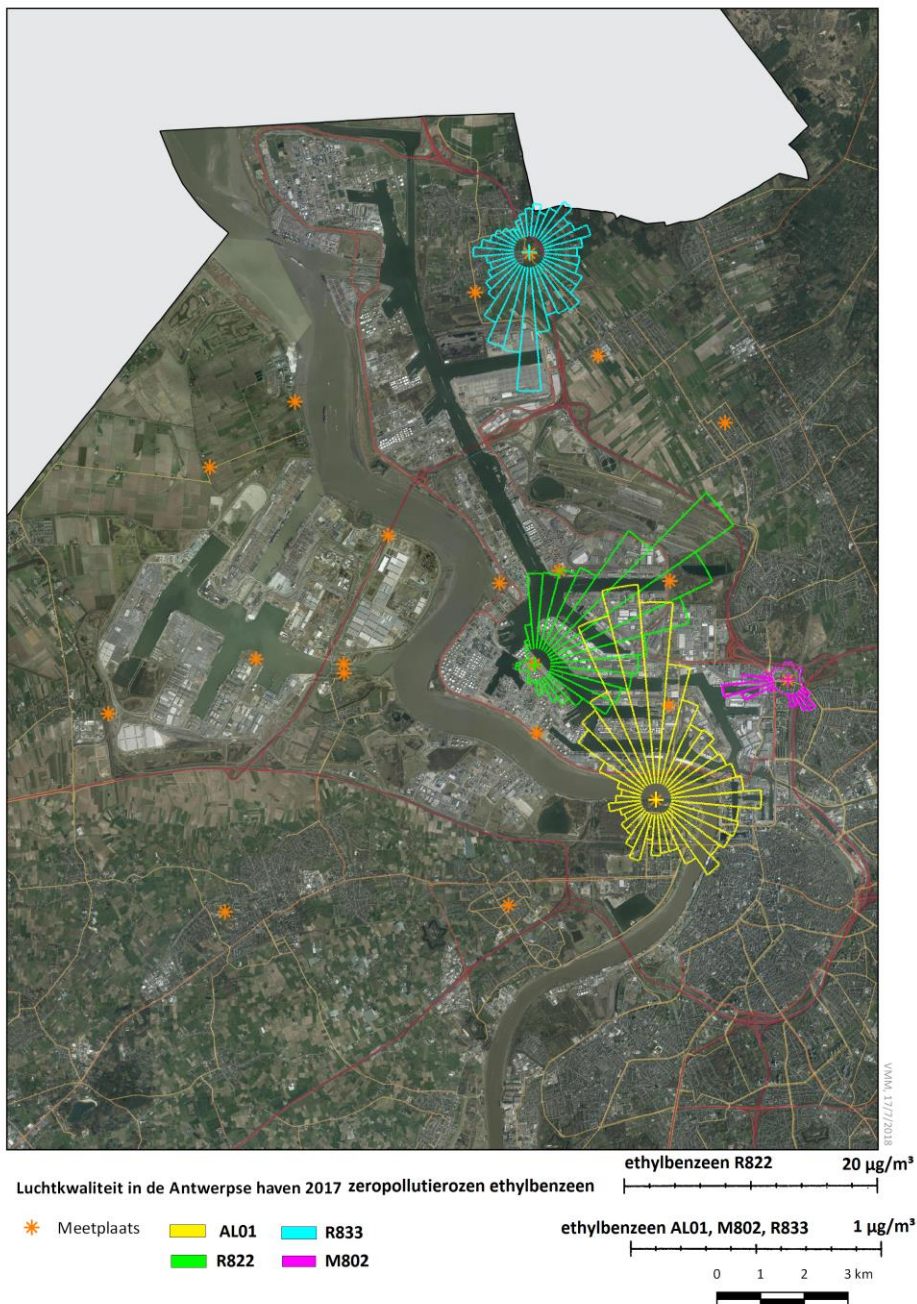
Tolueen geeft een gelijkaardig beeld als benzeen. Ook hier is de meetplaats Polderdijkweg (R822) die met de hoogste concentraties afkomstig uit verschillende bronnen. De grootste invloed op deze meetplaats komt uit noordoostelijke richting.

Figuur 61: Pollutierozen toluen in de Antwerpse haven in 2017



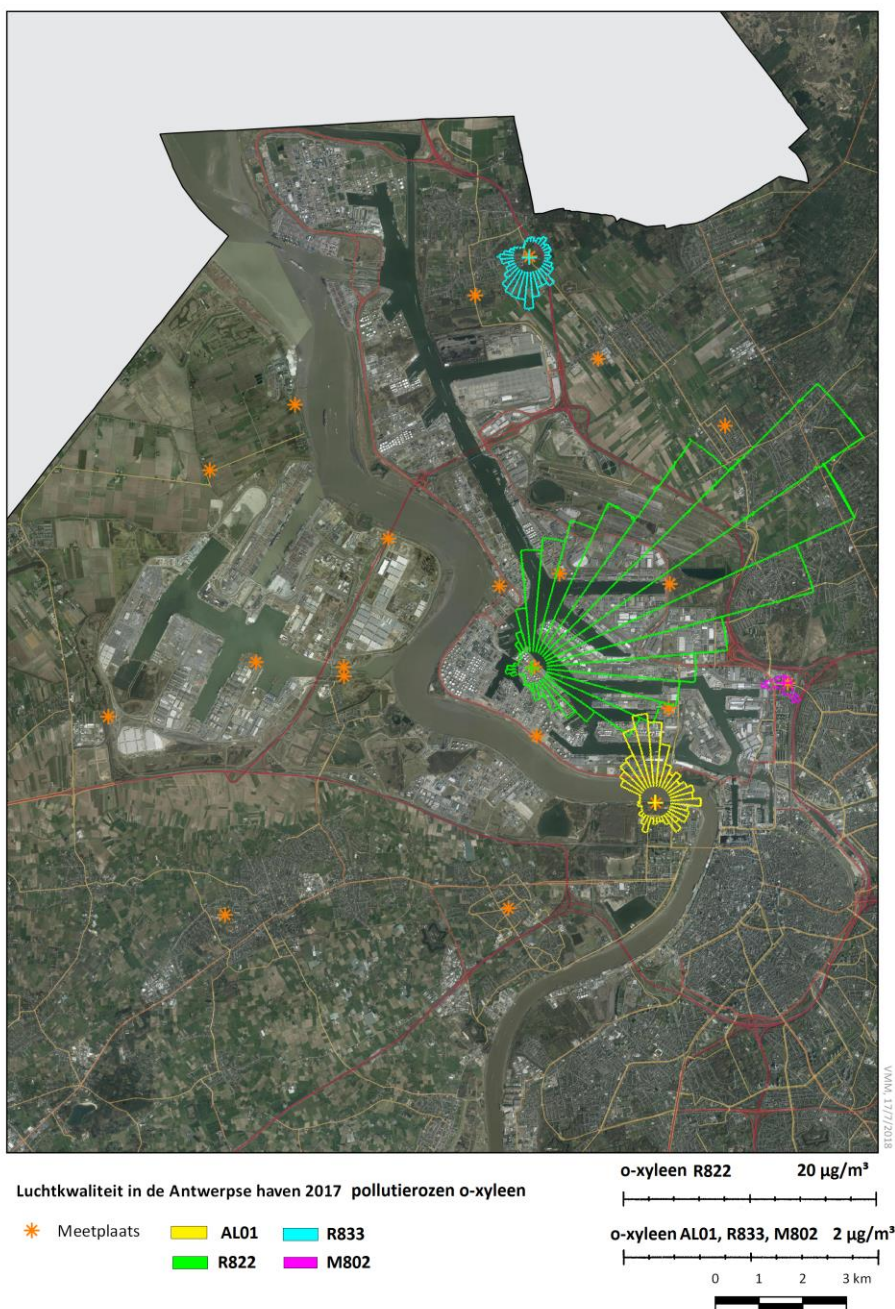
Er zijn grote concentratieverschillen voor ethylbenzeen tussen de verschillende meetplaatsen. De voornaamste bronnen liggen ten noordoosten van de meetplaats Polderdijkweg (R822). Ook op de meetplaats Antwerpen – Wandeldijk (AL01) is er duidelijk aanvoer vanuit deze richting. De concentraties in Antwerpen-Luchtbal (M802) liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied. De meetplaats Stabroek (R833) geeft ook voor ethylbenzeen een zuidelijke bron aan, gelijk aan die van benzeen.

Figuur 62: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2017

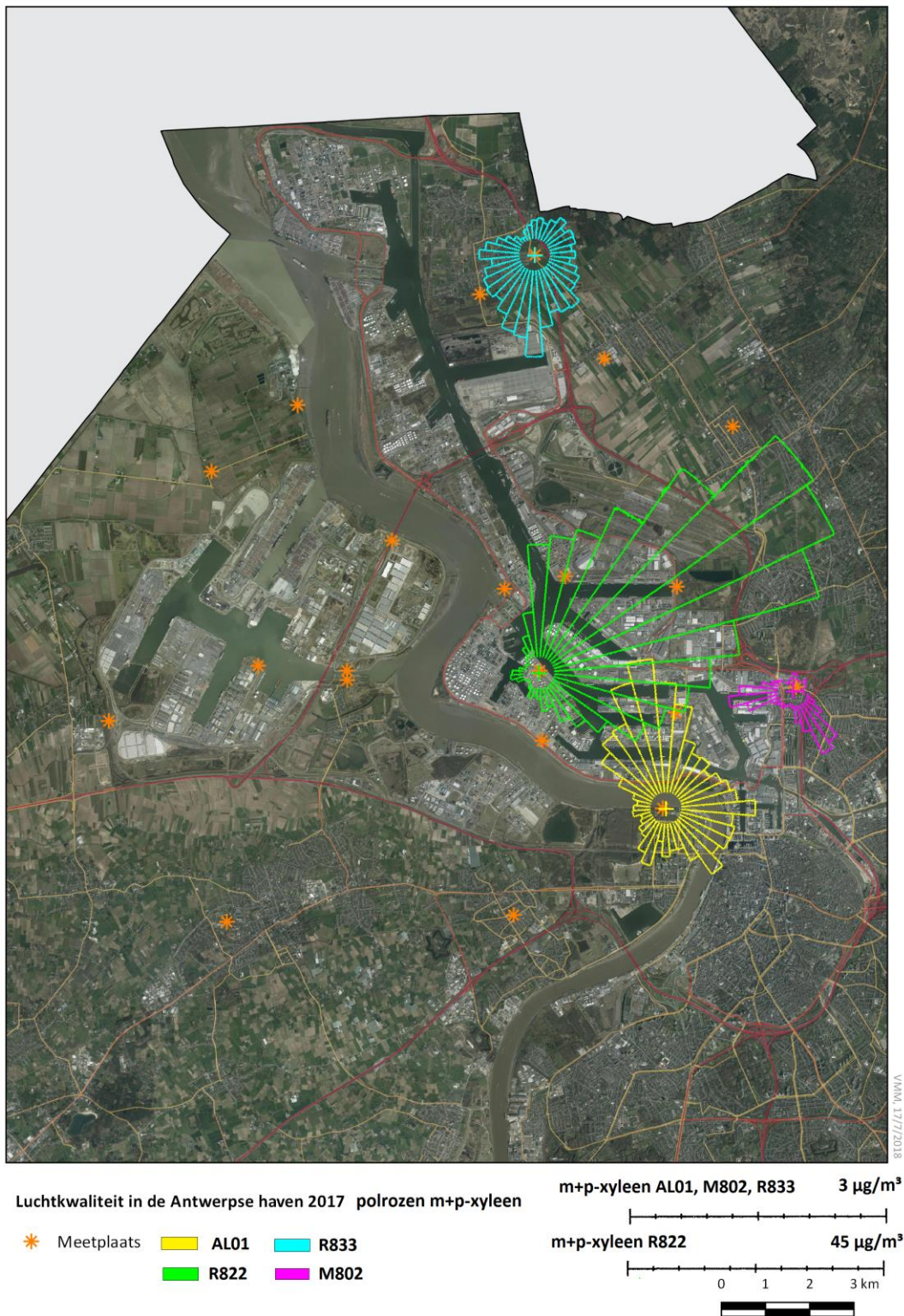


De bronnen van xyleenisomeren situeren zich voornamelijk ten noordoosten van de meetplaats Polderdijkweg (R822). De gebruikte schaal voor dit meetstation is tienmaal hoger dan die van de andere meetplaatsen voor o-xyleen en vijftienmaal hoger voor m+p-xyleen. Op de meetlocatie Antwerpen - wandelrijk (AL01) zien we ook een bron in oostelijke richting. Op Antwerpen-luchtbal (M802) maten we ook in die richting hogere concentraties. In Stabroek (R833) geven de pollutierozen vooral hogere concentraties uit zuidelijke richting.

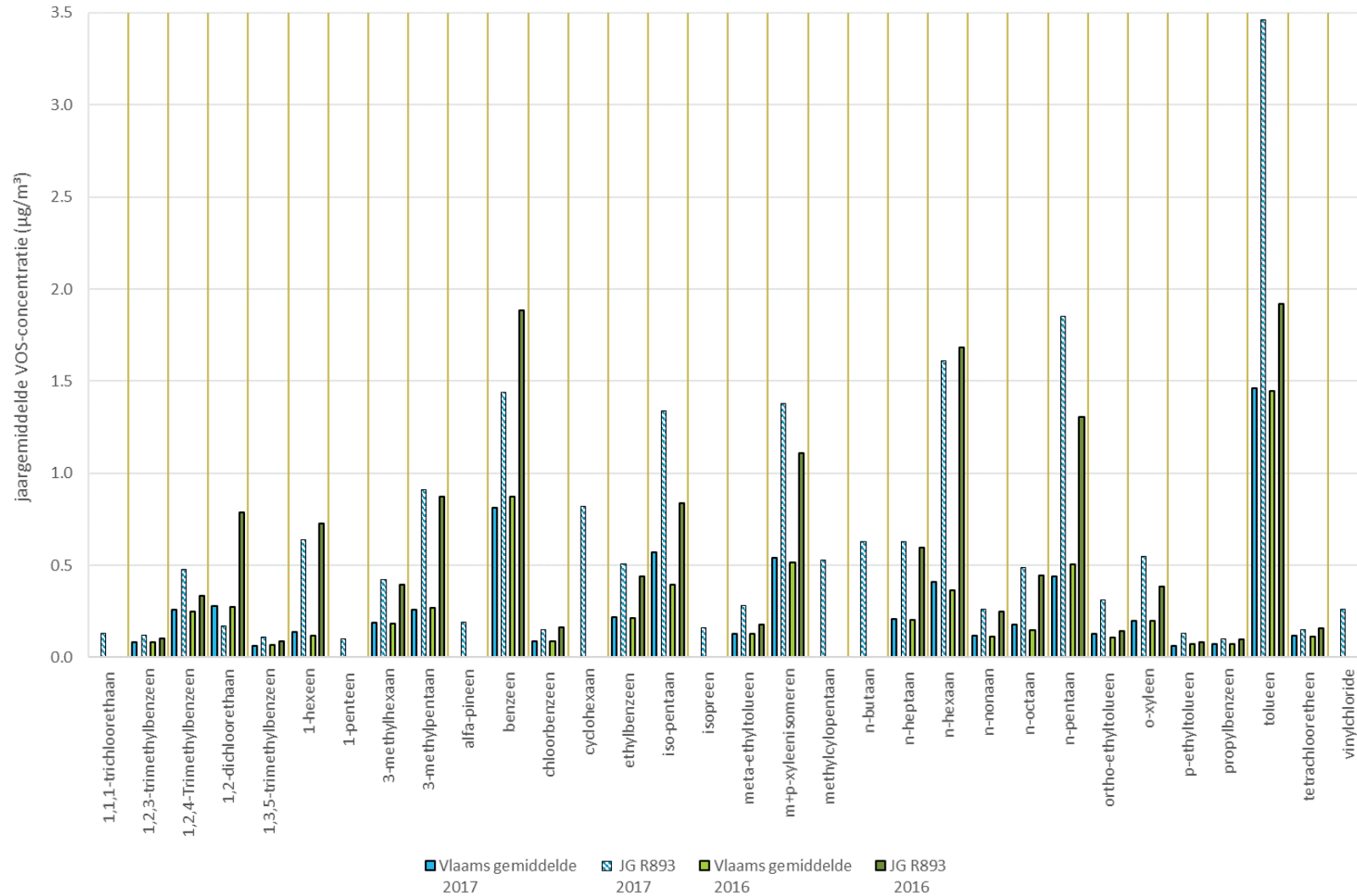
Figuur 63: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2017



Figuur 64: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2017



Figuur 65: Vergelijking jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Ekerse Dijk (R893) met Vlaams gemiddelde



1.7 PCB's

In dit deel bespreken we de toetsing en de trend van de PCB-metingen in de Antwerpse haven.

1.7.1 Toetsing van PCB-deposities

Er bestaan drempelwaarden voor de groep van dioxines en PCB's. Deze drempelwaarden zijn niet in de wetgeving opgenomen. Een toetsing gebeurt enkel als er aan twee voorwaarden voldaan wordt:

- de VMM meet de depositie van dioxines én PCB's;
- de meetplaats ligt in woon- of agrarisch gebied.

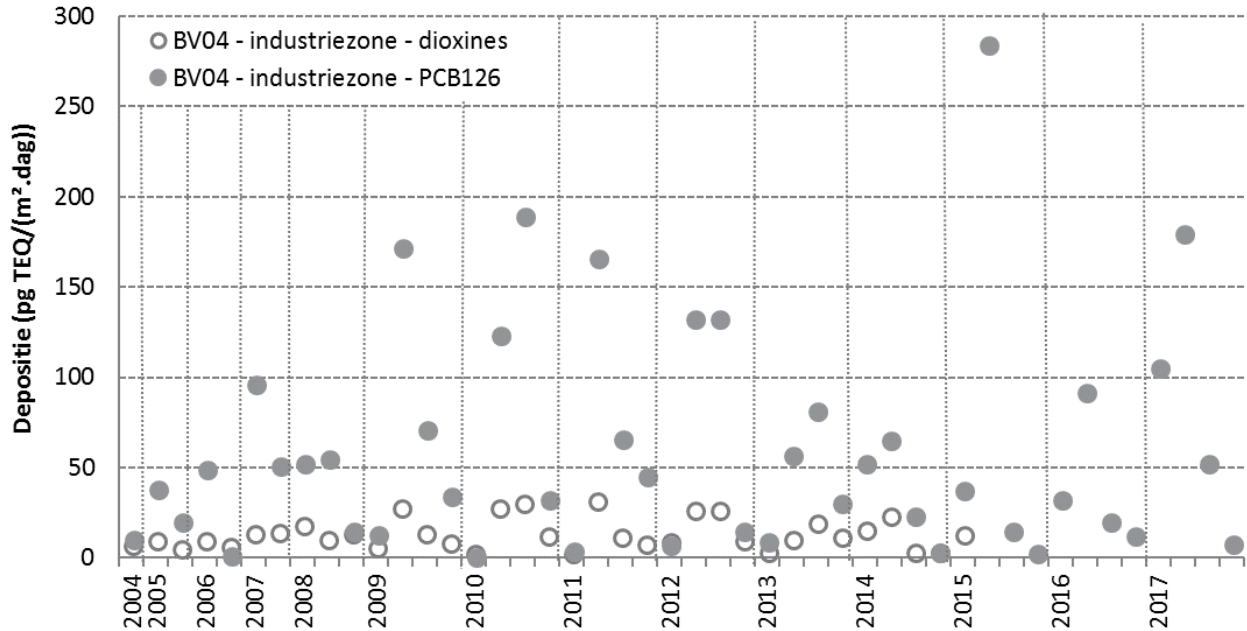
In 2017 was er één meetplaats in de Antwerpse haven: BV04 in Kallo. Deze meetplaats ligt in industriegebied. In het depositiestaal analyseren we enkel de hoeveelheid PCB's en niet de dioxines. Daarom toetsen we de resultaten niet aan de drempelwaarden. Op BV04 werden er 4 maandstalen gecollecteerd, verspreid over het jaar. De financiering gebeurde door de Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving.

1.7.2 Trend van PCB-deposities

De meetplaats in Kallo (BV04) is zo gepositioneerd om de impact van een schrootbedrijf op de omgevingslucht in te schatten. Deze meetplaats staat in de onmiddellijke nabijheid van dit bedrijf, in industriegebied. In Figuur 66 tonen we de evolutie van de depositie van dioxines en PCB126. De analyse van dioxine werd stopgezet in april 2015. We tonen de trend van PCB126 omdat dit de verbinding is die de VMM al het langst meet. Uit de figuur blijkt dat de PCB-depositie hoog is op deze meetplaats. De meetwaarden fluctueren maar blijven ook in 2017 hoog. Ook in de nabijheid van andere Vlaamse schrootbedrijven zijn de PCB-deposities sporadisch hoog. De dioxinedepositie is veel lager dan de PCB-depositie. Toch is ze hoger dan in een achtergrondgebied. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt bleef tot enkele honderden meters rond het bedrijf. De impact is het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan het schrootbedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.



Figuur 66: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo (industriegebied)



1.8 PAK's

In dit deel bespreken we de emissie van PAK's en de toetsing van de PAK's-metingen in de Antwerpse haven.

1.8.1 Emissie van PAK's

De emissie-inventaris bevat cijfers voor vier hoogmoleculaire, kankerverwekkende indicator PAK's: benzo(a)pyreen (B(a)P), benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen en indeno(1,2,3-cd)pyreen. Wanneer we verder spreken over PAK's-emissies, omvatten deze steeds deze vier EMEP-PAK's.

In 2016 bedroeg de totale Vlaamse PAK's-emissie 4.018 kg. De huishoudens leverden de grootste bijdrage (75 %) met houtstook als grootste bron. Het verkeer kwam op de tweede plaats met 10 %. Hierbij nam wegverkeer het grootste aandeel. De land- en tuinbouw volgde met een aandeel van 8 %. De sectoren van handel en diensten, industrie, offroad en energie speelden een kleinere rol. De totale PAK's-emissies daalden van 5,4 ton in 2000 tot 4 ton in 2016 met 26 %. De daling deed zich vooral voor bij de huishoudens, de land- en tuinbouw en de sector van handel en diensten. De emissies door het verkeer namen in beperkte mate toe.

Het aandeel van de emissies veroorzaakt door de huishoudens schommelt door de jaren heen afhankelijk of er strenge winters waren. De emissies lagen in 2016 lager dan in 2000. Ondanks een daling van de absolute emissiewaarde, steeg hun relatief aandeel door emissiedalingen in de andere sectoren.

1.8.2 Toetsing van PAK's-concentraties

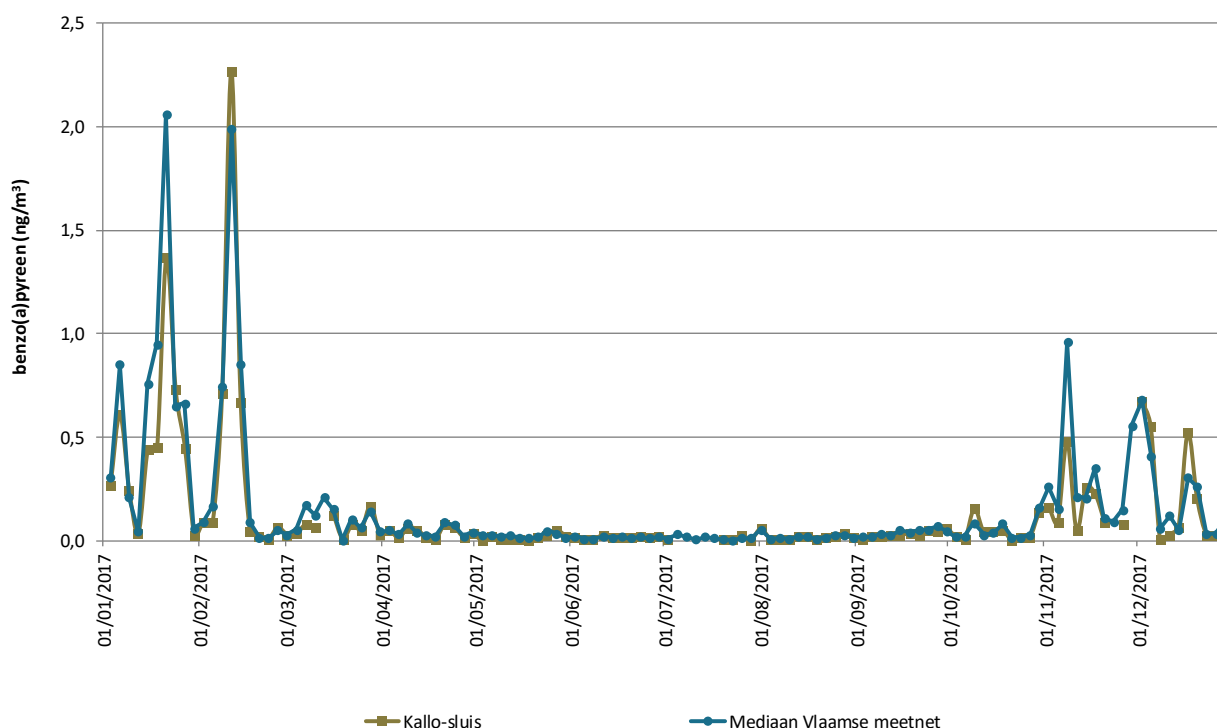
De VMM meet PAK's in zwevend stof en neervallend stof. In 2017 waren er op het grondgebied van de Antwerpse haven enkel metingen in zwevend stof op de meetplaats in Kallo (AL05). Het meetnet voor PAK 's



in zwevend stof bestaat in totaal uit 8 meetposten die variëren van landelijke en stedelijke achtergrond tot enkele brongerichte meetposten. We beschouwen het meetnetgemiddelde als een gemiddelde voor heel Vlaanderen.

Onderstaande figuur toont aan dat de metingen van benzo(a)pyreen in Kallo vergelijkbaar zijn met de mediaan van het volledige Vlaamse meetnet. Er is dus net als vorige jaren geen indicatie voor een belangrijke PAK's-bron in de buurt. Hierdoor, en omwille van een herschikking binnen het PAK's-meetnet wordt de meetpost in Kallo vanaf 1 januari 2018 stopgezet.

Figuur 67: Jaarverloop van benzo(a)pyreen op de meetplaats in de Antwerpse haven versus de mediaan van alle Vlaamse meetplaatsen



Onderstaande tabel geeft een overzicht van de jaargemiddelden voor de verschillende PAK's in Kallo en over het hele Vlaamse meetnet. Voor de meetplaats in Kallo vinden we een jaargemiddelde van 0,13 ng/m³ voor benzo(a)pyreen. Dit ligt onder het algemeen Vlaams meetnetgemiddelde van 0,16 ng/m³ en geeft net als onderstaande tabel aan dat de meetplaats in de haven niet beïnvloed wordt door lokale bronnen. Hoewel de jaargemiddelden voor Kallo en de andere Vlaamse meetposten ruim onder de Europese streefwaarde van 1 ng/m³ liggen, gaan ze nog steeds gepaard met een zeker kankerrisico. Om dit risico in te schatten, toetsen we het jaargemiddelde met het kankerrisico dat de WGO rapporteert voor benzo(a)pyreen. Als mensen levenslang blootgesteld worden aan de huidige concentraties, dan berekenen we voor de meetplaats in Kallo één extra kanker geval per 90.000 inwoners. Het Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG) omschrijft risico's tussen 1 op 10.000 en 1 op 1.000.000 als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.



2. LUCHTKWALITEIT IN DE ANTWERPSE AGGLOMERATIE

In dit hoofdstuk bespreken we de luchtconcentraties en emissies van een aantal pollutanten in de Antwerpse agglomeratie. We toetsen de concentraties van 2017 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend wordt besproken.

De emissiegegevens hebben betrekking op de zone Antwerpse agglomeratie zoals deze werd afgebakend voor de beoordeling van de luchtkwaliteit in het kader van de richtlijn 2008/50/EG (zie bijlage 3). De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door de Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen. De meest recente data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers voor het jaar 2016.

2.1 Het meetnet

In het kader van het invoeren van de lage emissiezone (LEZ) werden op vier nieuwe plaatsen in Antwerpen metingen opgestart:

- Park spoor Noord (R803),
- Antwerpen-Ring (R804), ter hoogte van het op- en afrittencomplex Borgerhout richting Nederland,
- Antwerpen-Belgiëlei (R805),
- Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817).

R804 werd in november 2016 opgestart, de andere waren al in 2015 operationeel. De LEZ werd ingevoerd vanaf 1 februari 2017.

De meetresultaten van deze meetplaatsen vergelijken we met de meetresultaten van de vaste meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie:

- Hoboken (HB23),
- Antwerpen-Linkeroever (AL01),
- Borgerhout-achtergrond (R801),
- Borgerhout-straatkant (R802),
- Antwerpen-Luchtbal (M802).

M802 ligt strikt genomen in de zone Antwerpse Haven, maar wordt ook hier mee besproken.

Voor de berekening van de windroos en de pollutierozen gebruikten we de meteorologische metingen van Antwerpen-Luchtbal (M802).

We bespreken in dit rapport de pollutanten:

- PM₁₀,
- PM_{2,5},
- zwarte koolstof (BC) en
- stikstofoxiden (NO₂ en NO).

De specificaties over onder meer het meetprincipe en de meetonzekerheid zijn terug te vinden in bijlage 1.



Tabel 17 geeft een overzicht van de automatische meetplaatsen en de parameters die gemeten worden. Naast de code vermelden we ook het adres, het type meetstation en de Lambertcoördinaten van de meetplaats.



Tabel 17 : Overzicht van de automatische meetplaatsen en gemeten polluenten in de Antwerpse agglomeratie in 2017

Meetplaats	Adres	Classificatie meetplaats (IPR) ¹	Lamb X	Lamb Y	PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof	NO ₂	NO
AL01: Antwerpen-Linkeroever	Wandelijk, Antwerpen	voorstedelijk-industrieel	150865	214046	✓	✓	✓	✓	✓
HB23: Hoboken	Curiestraat, Antwerpen (Hoboken)	voorstedelijk-industrieel	148054	206698	✓	✓	-	✓	✓
M802: Antwerpen-Luchtbal	Havanastraat, Antwerpen	voorstedelijk-industrieel	153884	216790	✓	✓	✓	✓	✓
R801: Borgerhout-achtergrond	Plantin en Moretuslei, Antwerpen (Borgerhout)	stedelijk-achtergrond	154407	211080	✓	✓	✓	✓	✓
R802: Borgerhout- straatkant	Plantin en Moretuslei, Antwerpen (Borgerhout)	stedelijk-verkeer	154396	211055	✓	✓	✓	✓	✓
R803: Antwerpen-Park spoor Noord	Viséstraat, Antwerpen	stedelijk-achtergrond	154172	213191	✓	✓	✓	✓	✓
R804: Antwerpen-Ring	Ring - Afrit Borgerhout	stedelijk- nvt	155119	210695	✓	✓	✓	✓	✓
R805: Antwerpen- Belgiëlei	Belgiëlei, Antwerpen	stedelijk-verkeer	153689	210922	✓	✓	✓	✓	✓
R817: Antwerpen-Groenenborgerlaan	Groenenborgerlaan, Antwerpen	voorstedelijk-achtergrond	153441	207467	✓	✓	✓	✓	✓

¹ Leidraad (2013) bij de IPR-richtlijn 2011/850/EU

In 2017 werden er bijkomende NO₂-metingen uitgevoerd op 20 locaties in Antwerpen met behulp van passieve samplers. 19 meetplaatsen hiervan hadden voldoende data om een jaargemiddelde te berekenen.

De adressen van deze meetlocaties vindt u in Tabel 18.

De resultaten van deze metingen met passieve samplers staan beschreven in paragraaf 2.2.4.

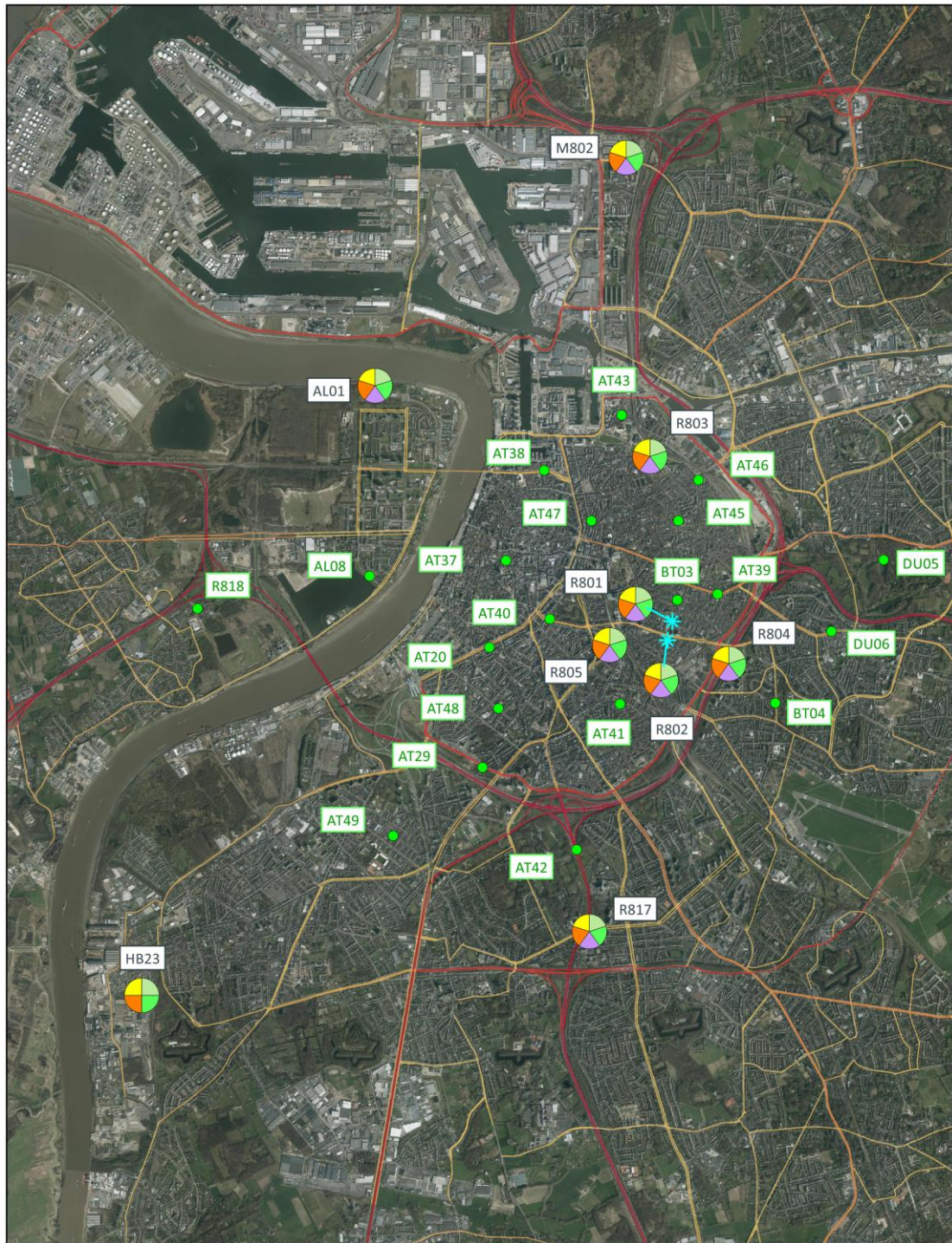
Tabel 18 : Overzicht van de NO₂-meetplaatsen passieve samplers in 2017

Meetplaats	Adres	Lamb X	Lamb Y	NO ₂
AL08: Antwerpen-Galgenweellaan	Galgenweellaan, Antwerpen	150793	211755	✓
AT20: Antwerpen-Amerikalei	Amerikalei, Antwerpen	152235	210896	✓
AT29: Antwerpen-Desguinlei	Desguinlei, Antwerpen	152153	209450	✓
AT37: Antwerpen-Steenhouwersvest	Steenhouwersvest, Antwerpen	152434	211942	✓
AT38: Antwerpen-Tunnelplaats	Tunnelplaats, Antwerpen	152894	213029	✓
AT39: Antwerpen-Turnhoutsebaan	Turnhoutsebaan, Antwerpen	154981	211538	✓
AT40: Antwerpen-Rubenslei	Rubenslei, Antwerpen	152962	211238	✓
AT41: Antwerpen-Paradeplein	Paradeplein, Antwerpen	153808	210214	✓
AT42: Antwerpen-Floralienlaan	Floralienlaan, Antwerpen	153284	208459	✓
AT43: Antwerpen-Viaduct-Dam	Viaduct-Dam, Antwerpen	153827	213693	✓
AT45: Antwerpen-Lange Beeldekenstraat	Lange Beeldekenstraat, Antwerpen	154509	212422	✓
AT46: Antwerpen- Pothoekstraat	Pothoekstraat, Antwerpen	154751	212912	✓
AT47: Antwerpen-Osystraat	Osystraat, Antwerpen	153463	212421	✓
AT48: Antwerpen-Haantjeslei	Haantjeslei, Antwerpen	152343	210160	✓
AT49: Antwerpen-Wittestraat	Wittestraat, Antwerpen	151077	208626	✓
BT03: Borgerhout-Sergeyselsstraat	Sergeyselsstraat, Antwerpen (Borgerhout)	154496	211466	✓
BT04: Borgerhout-Karel De Preterlei	Karel De Preterlei, Antwerpen (Borgerhout)	155675	210225	✓
DU05: Deurne-Rivierenhof	Rivierenhof/Parkweg DE, Antwerpen (Deurne)	156979	211950	✓
DU06: Deurne-Herentalsebaan	Herentalsebaan, Antwerpen (Deurne)	156350	211089	✓
R818: Antwerpen-Burchtse Weel (*)	Burchtse Weel, Antwerpen	156350	211089	✓

*: meetlocatie opgestart half 2017

Figuur 68 toont de ligging van de automatische meetplaatsen (Tabel 17) en van de locaties met passieve samplers (Tabel 18).

Figuur 68: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie



Metingen in de Antwerpse agglomeratie eind 2017

- PM₁₀
- PM_{2,5}
- Zwarte koolstof
- NO₂
- NO
- NO₂ passieve sampler

0 1000 2000 m



2.2 Stikstofoxiden

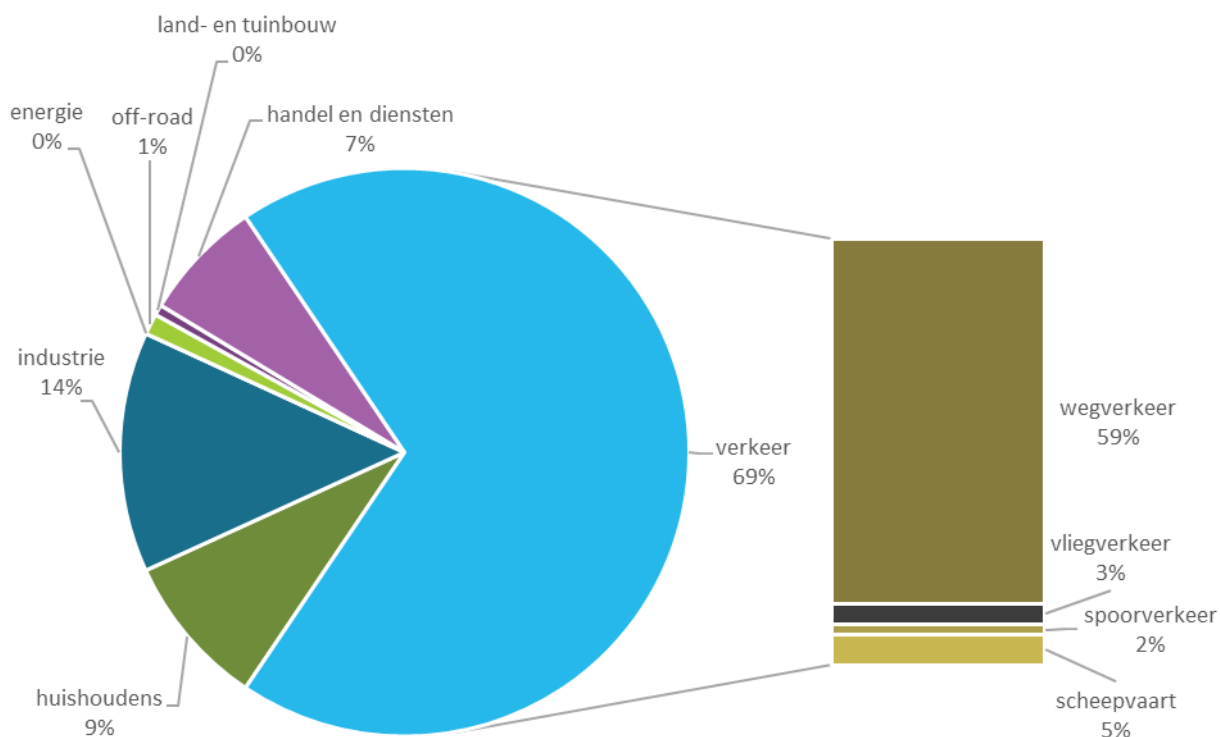
2.2.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO_x (NO₂))

De meest recente beschikbare emissie-data voor de Antwerpse agglomeratie betreffen het jaar 2016.

Figuur 69 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in 2016.

- 69 % van de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie is te wijten aan verkeer. 59 % van de totale emissies is te wijten aan wegverkeer. Internationale zeescheepvaart was verantwoordelijke voor 5 % van de NO_x-emissies in de Antwerpse agglomeratie.
- Andere relevante sectoren zijn de industrie (14 %), de huishoudens (9 %) en handel en diensten (7 %).

Figuur 69: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2016

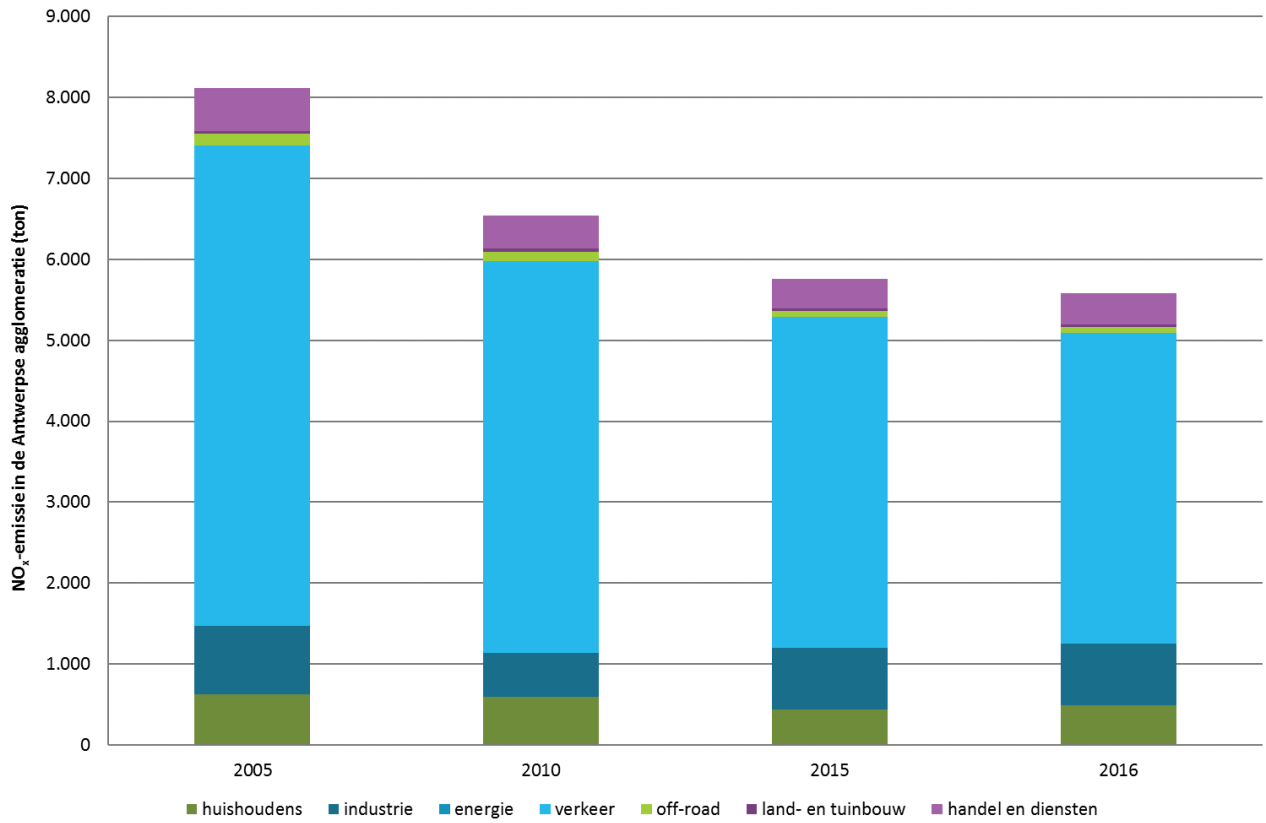


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 70 toont de evolutie van de NO_x(NO₂)-emissies per sector voor de zone Antwerpse agglomeratie.

Tussen 2005 en 2016 zijn de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 2.537 ton (31 %) gedaald. De NO_x(NO₂)-emissies afkomstig van het wegverkeer daalden over deze periode met 2.083 ton (37 %).

Figuur 70: Trend van de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

De daling van de emissies door het wegverkeer komt grotendeels door selectieve katalytische reductie bij vrachtwagens.

Bij het wegverkeer was de emissiedaling echter kleiner dan oorspronkelijk verwacht. Hiervoor zijn verschillende zaken verantwoordelijk:

- Enerzijds is dit een gevolg van de verdieselijking van het wagenpark bij het personenvervoer. Dieselwagens stoten meer NO_x uit dan benzine wagens. Daarnaast is ook de NO₂/NO_x-verhouding bij dieselwagens gevoelig hoger dan bij benzine wagens. Voor oudere diesels was het aandeel NO₂ in de NO_x-emissies ongeveer 5 %. Bij nieuwere diesels bepalen zowel de motorafmeting als de katalytische converter het aandeel NO₂: de ratio kan variëren van 12 % tot 70 %². De laatste 20 jaar zien we dan ook een stijging van de verhouding NO₂/NO_x op alle meetplaatsen in Vlaanderen. De stijging van de directe NO₂-emissies bemoeilijken het behalen van de Europese grenswaarden op verkeersgerichte meetplaatsen.
 - Door een aantal fiscale maatregelen en een breder aanbod aan zuinigere benzine wagens daalde het aandeel dieselwagens de laatste jaren licht, de verdieselijking werd dus gestopt.
- Bovendien blijkt dat in realistische rijomstandigheden de NO_x-emissies van dieselwagens beduidend hoger zijn dan wat in de testcyclus in het labo wordt gemeten voor de EURO-normering. Het verschil tussen reële uitstoot en de EURO-normen (testen in labo-omstandigheden) werd groter met de jaren. Voor EURO 3-dieselwagens (vanaf 2000) was dit een factor twee, voor EURO

² EEA (2016), Explaining road transport emissions, A non-technical guide

6-dieselwagens (vanaf 2014) is dit opgelopen tot gemiddeld een factor zeven. Daardoor ligt de NO_x-emissie van een EURO 6-dieselwagen maar 40 % lager dan van een EURO 3-dieselwagen, waar men eigenlijk (op basis van de labo-testen) 84 % had verwacht. EURO 4- en EURO 5-dieselwagens scoren niet beter dan EURO 3-dieselwagens³.

- De door VMM gebruikte emissiefactoren voor de verschillende EURO-normen zijn gebaseerd op de emissies van de voertuigen in reële rijomstandigheden.
- Zowel het aantal voertuigen op de weg als het aantal gereden voertuigkilometers over de weg blijft stijgen.

Naast directe uitstoot, wordt NO₂ ook nog indirect gevormd door chemische reactie in de atmosfeer. Stikstofoxiden door verbrandingsprocessen komen voornamelijk onder de vorm van NO in de lucht terecht. Enerzijds wordt het weinig toxische NO relatief snel omgezet naar het toxisch gas NO₂ door reactie met onder andere ozon (O₃). Anderzijds neemt NO₂ deel aan de fotochemische ozonvorming waarbij O₃ wordt gevormd en NO₂ wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex en de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO₂-concentraties is niet lineair.

De luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie wordt niet enkel bepaald door de emissies in de agglomeratie zelf. Ook emissies in Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij aan de concentratie van vervuilende stoffen in de Antwerpse agglomeratie.

In het saneringsplan luchtkwaliteit⁴ dat voor Antwerpen werd opgesteld in 2017, werd ingeschat dat in stedelijke gebieden gemiddeld 65% van de NO₂ die we meten in de lucht afkomstig is van Vlaamse bronnen.

Op een verkeersgerichte locatie zoals Borgerhout-straatkant (R802) stijgt het belang van lokale en Vlaamse emissies tot een bijdrage van 74% op de gemeten NO₂-concentratie.

2.2.2 Trend en toetsing NO₂-concentraties

Trend

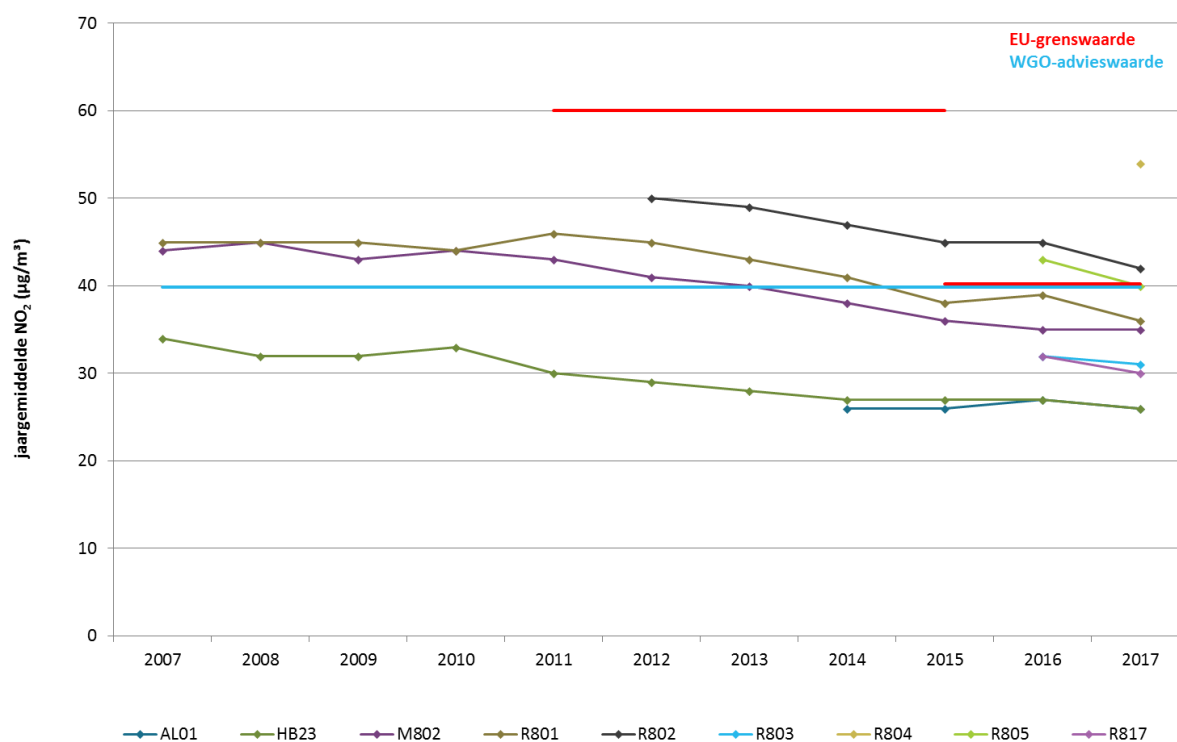
Figuur 71 toont de evolutie van de NO₂-jaargemiddelden voor de periode 2007 - 2017. Vanaf 2012 zien we voor alle meetplaatsen geleidelijk aan een lichte daling van de jaargemiddelde NO₂-concentratie. Op de meetplaatsen met een lange tijdreeks, zijn de concentraties tussen 2007 en 2017 met zo'n 20 tot 24 % gedaald.

In 2017 zijn de NO₂-concentraties gedaald of stabiel gebleven in vergelijking met 2016. De concentraties in 2017 volgen de dalende trend van de afgelopen jaren.

³ VMM (2017), Systeembalans 2017: Milieu-uitdagingen voor het energie-, mobiliteits- en voedingssysteem in Vlaanderen, Aalst, Milieurapport Vlaanderen

⁴ https://www.lne.be/sites/default/files/atoms/files/SaneringplanNO2Antwerpen_MetBijlage_2017_Def.pdf

Figuur 71: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017



Tabel 19: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017 (µg/m³)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	-	-	-	-	-	-	-	26	26	27	26
HB23	34	32	32	33	30	29	28	27	27	27	26
M802	44	45	43	44	43	-	40	38	36	35	35
R801	45	-	45	44	46	45	43	41	38	39	36
R802	-	-	-	-	-	50	49	47	45	45	42
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	31
R804*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	40
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	30

Blauw: overschrijdingen van enkel de WGO-advieswaarde (40 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (60 µg/m³ tot en met 2014, 40 µg/m³ vanaf 2015) en WGO-advieswaarde (40 µg/m³)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

De hoogste NO₂-concentraties worden gemeten op de meetplaats R804 aan de Antwerpse Ring, op de meetplaats R802 op 7,5 meter van de Plantin en Moretuslei en op de meetplaats R805 gelegen op de middenberm van de Belgiëlei.

De laagste NO₂-concentraties worden gemeten op de meetplaatsen Antwerpen-Linkeroever (AL01) en Hoboken (HB23).

Omwille van zijn ligging vlak naast de Antwerpse Ring, tussen het op- en afrittencomplex van Borgerhout, is de meetplaats R804 minder representatief voor de menselijke blootstelling. Daarom worden de meetresultaten niet getoetst aan de Europese regelgeving.

Toetsing aan de jaargrenswaarde

In 2017 was er één automatische meetplaats die de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³ overschreed, namelijk de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802).

In 2017 voerde de VMM op 20 extra meetplaatsen NO₂-metingen uit met behulp van passieve samplers, waarvan er 19 meetplaatsen voldoende data hadden om een jaargemiddelde te berekenen. Passieve samplers meten niet volgens de Europese referentiemethode, maar worden wel gekalibreerd ten opzichte van deze referentiemethode. Passieve samplers resulteren bijgevolg in jaargemiddelden die voldoen aan de Europese criteria voor 'indicatieve metingen'. Een groot voordeel van passieve samplers is dat zij geschikt zijn om metingen uit te voeren op plaatsen waar er geen ruimte is voor een vast meetstation, zoals in *street canyons*.

Uit deze indicatieve metingen met passieve samplers in Antwerpen blijkt dat op 13 van de 19 meetplaatsen een jaargemiddelde boven de 40 µg/m³ werd gemeten. Hierbij ging het telkens om plaatsen in *street canyons* en/of locaties met veel verkeer.

De resultaten van de passieve samplers worden meer in detail besproken in paragraaf 2.2.4.

Ook de berekeningen met het ATMO-STREET model tonen aan dat op verkeersintensieve stedelijke locaties en in *street canyons* overschrijdingen van de jaargrenswaarde van NO₂ kunnen voorkomen. Zie hiervoor Figuur 72.

Aangezien de WGO-jaaradvieswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ gelijk is aan de Europese grenswaarde werd deze bijgevolg op dezelfde plaatsen overschreden:

- 1 automatische meetplaats: Borgerhout-straatkant (R802);
- 13 van de 19 plaatsen met passieve samplers.

Toetsing aan de uurgrenswaarde

De Europese regelgeving laat 18 uren met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ NO₂ toe. De WGO laat geen enkel uur met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ toe.

Tabel 20 toont het verloop van het aantal uren met een gemiddelde concentratie hoger dan 200 µg/m³ op de verschillende meetplaatsen voor de periode 2007-2017.

De Europese uurgrenswaarde werd gerespecteerd in de periode 2007-2017: nergens in de Antwerpse agglomeratie werd er de afgelopen 10 jaar meer dan 18 uren hoger dan 200 µg/m³ gemeten. In 2017 werd ook de WGO-advieswaarde voor de uurgemiddelden gerespecteerd.

Tabel 20: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007-2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
HB23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M802	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
R801	0	-	0	0	1	6	0	4	2	0	0
R802	-	-	-	-	-	6	4	5	2	1	0
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
R804*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0

Blauw: overschrijdingen van de WGO- advieswaarde (0 uren > 200 µg/m³ toegelaten per jaar)

Rood: overschrijding van de EU-grenswaarde (18 uren > 200 µg/m³ toegelaten per jaar)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde

2.2.3 Geografische spreiding van de NO₂-concentratie en pollutierozen

Verbeterd model: ATMO-Street

Ten opzichte van de modelkaarten in het rapport over 2016, is het model nu uitgebreid met de OSPM-module (*Operational Street Pollution Model*). Dit zorgt ervoor dat de slechtere verdunning van de luchtvervuiling in street canyons beter in rekening gebracht wordt.

ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM.

ATMO-Street kaarten zijn wetenschappelijk het meest onderbouwd en zijn momenteel de best beschikbare kaarten om de lokale luchtkwaliteit in te schatten. De controle gebeurde – zoals bij al onze modellen – door te vergelijken met echte metingen; deze toonde aan dat de modelketen beter presteert door de toevoeging van het OSPM-model.

Ondanks de best beschikbare inschatting op straatniveau, heeft het ATMO-Street model ook enkele beperkingen:

- De impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet onmiddellijk zichtbaar. Immers hoewel het model een simulatie toont van de jaargemiddelden in 2017, maakt het gebruik van (verkeers)emissiegegevens van 2016 (bv. vlootsamenstelling, voertuigkm, verdeling over de EURO-normen, ...). Hierdoor kan het model momenteel het effect van de invoering van de LEZ (februari 2017) en de knip van de leien (vanaf juni 2017) niet tonen.
- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- Voor de samenstelling van het wagenpark wordt gerekend met gemiddelde cijfers voor Vlaanderen en geen cijfers specifiek voor de Antwerpse agglomeratie.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht.
- De lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de ‘achtergrondconcentratie’ (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).

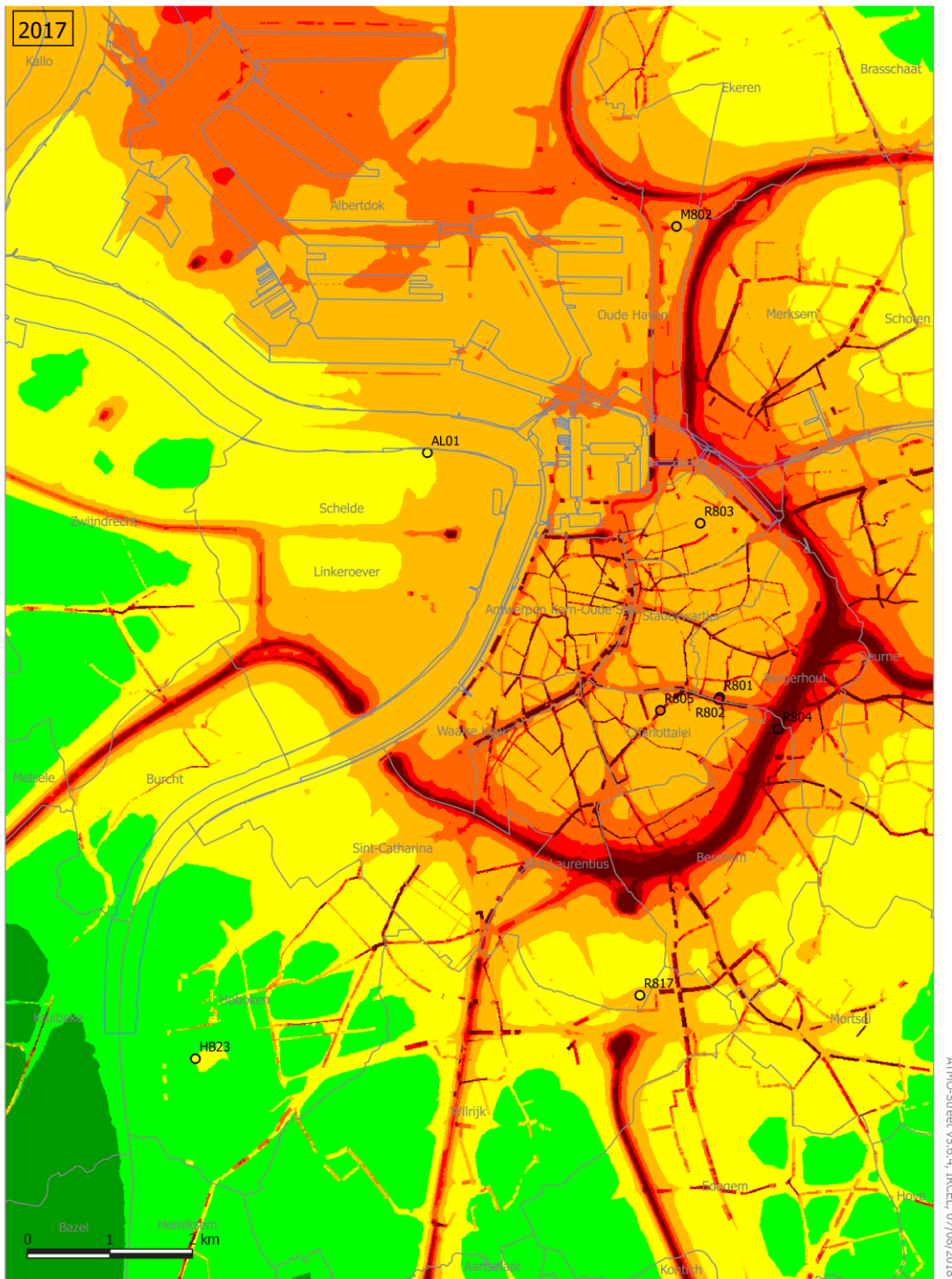
Ondanks deze beperkingen van het model, resulteert het wel in wetenschappelijk onderbouwde kaarten die de verspreiding van de luchtvervuiling in kaart brengen.

Figuur 72 toont de gemodelleerde jaargemiddelde NO₂-concentratie in de Antwerpse agglomeratie voor 2017. De hoogste concentraties worden gemodelleerd langs de Antwerpse Ring. Dit wordt ook bevestigd door de metingen aan de Antwerpse Ring (R804). Daarnaast zien we de hoogste gemodelleerde NO₂-concentraties langs de belangrijkste verkeersassen van de binnenstad.

Door de uitbreiding van het model met de OSPM-module schat het model de concentraties op verkeersdrukke plaatsen en in *street canyons* beter in.



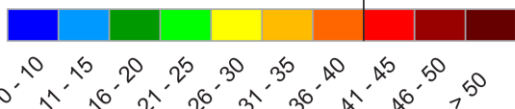
Figuur 72: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2017



NO₂-jaargemiddelde berekend met ATMO-Street (µg/m³)

EU-grenswaarde

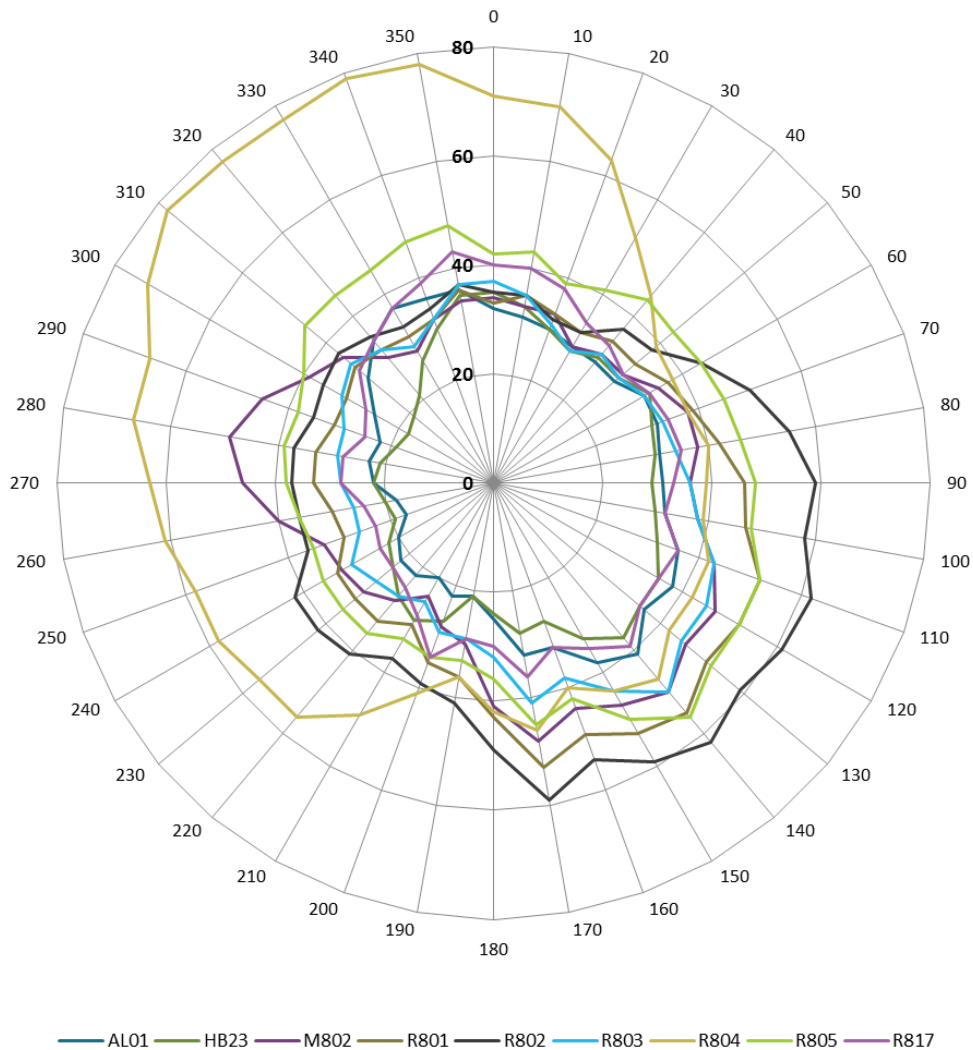
WGO-advieswaarde



De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistieken. Het effect van street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof door verkeer niet.

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

Figuur 73: Pollutieroos voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017 (µg/m³)



Op de meetplaats aan de Ring in Antwerpen (R804) zien we een grote invloed van het verkeer bij wind vanuit het zuidwesten tot het noorden.

Op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) meten we vanuit het noordoosten tot het noordwesten verhoogde concentraties. We meten hier niet enkel de invloed van de Plantin en Moretuslei op 7,5 m ten zuiden van de meetplaats, maar ook de invloed van de Montensstraat gelegen in oostelijke richting. Op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) op 30 m van de straatkant zien we verhoogde concentraties vanuit het noordoosten tot het westen. In vergelijking met de straatkant zijn de concentraties wel altijd lager, behalve bij wind vanuit noordelijke richting. Het feit dat de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) bij wind vanuit oostelijke richting meer is afgeschermd van de Montensstraat door een hoog gebouw is waarschijnlijk de verklaring van de lagere concentraties in vergelijking met het station aan de straatkant (R802).

Ten zuiden van de meetplaats Luchtbal (M802) ligt de Havanastraat. Ten westen van deze meetplaats ligt de Noorderlaan. In deze richting zijn ook parkeerplaatsen gelegen. Mogelijk zijn de verhoogde concentraties bij wind vanuit het westen hieraan te wijten.



Op de meetplaats Belgiëlei (R805) zien we bij wind vanuit alle richtingen hogere NO₂-concentraties. Het meetstation ligt op de middenberm van de Belgiëlei.

Op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan (R817) zien we verhoogde concentraties bij wind vanuit noordelijke richting. In noordelijke richting ligt de Groenenborgerlaan.

Bij wind vanuit het zuidwesten zien we licht verhoogde concentraties op de meetplaats in Hoboken (HB23). In deze richting is het bedrijf Umicore gelegen.

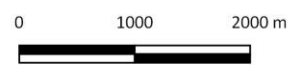


Figuur 74: Pollutierozen NO₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2017



Pollutierozen NO₂ op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2017

AL01	R801	R804
HB23	R802	R805
M802	R803	R817



2.2.4 Meetnet passieve samplers in Antwerpen

Naast NO₂-metingen met automatische monitoren vonden er in 2017 ook metingen plaats met passieve samplers in Antwerpen.

De automatische monitoren meten volgens de Europese referentiemethode. Passieve samplers niet, maar ze worden wel gekalibreerd ten opzichte van deze referentiemethode. Passieve samplers resulteren bijgevolg in jaargemiddelden die voldoen aan de Europese criteria voor 'indicatieve metingen'. We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'.

Passieve samplers laten toe om metingen uit te voeren op plaatsen waar er soms geen ruimte is voor een vaste meetplaats, zoals in *street canyons*. De resultaten van de passieve samplers dienen ook om de modelresultaten te valideren en te verbeteren.

Het meetnet in Antwerpen ging van start op 1 januari 2017. Halfweg 2017 kwam er nog 1 meetplaats (R818) bij waardoor er eind 2017 20 meetplaatsen waren. In dit rapport bespreken we enkel de data van het volledige jaar 2017. De meetplaats R818, die half 2017 startte, wordt niet besproken.

De meetplaatsen bevinden zich op verschillende types locaties, onder meer in *street canyons*, langs drukke invalswegen en op achtergrondlocaties. De samplers werden telkens in duplo opgehangen en bemonsterden gedurende periodes van 2 weken. Een volledig jaar bestaat dus uit 26 meetperiodes.

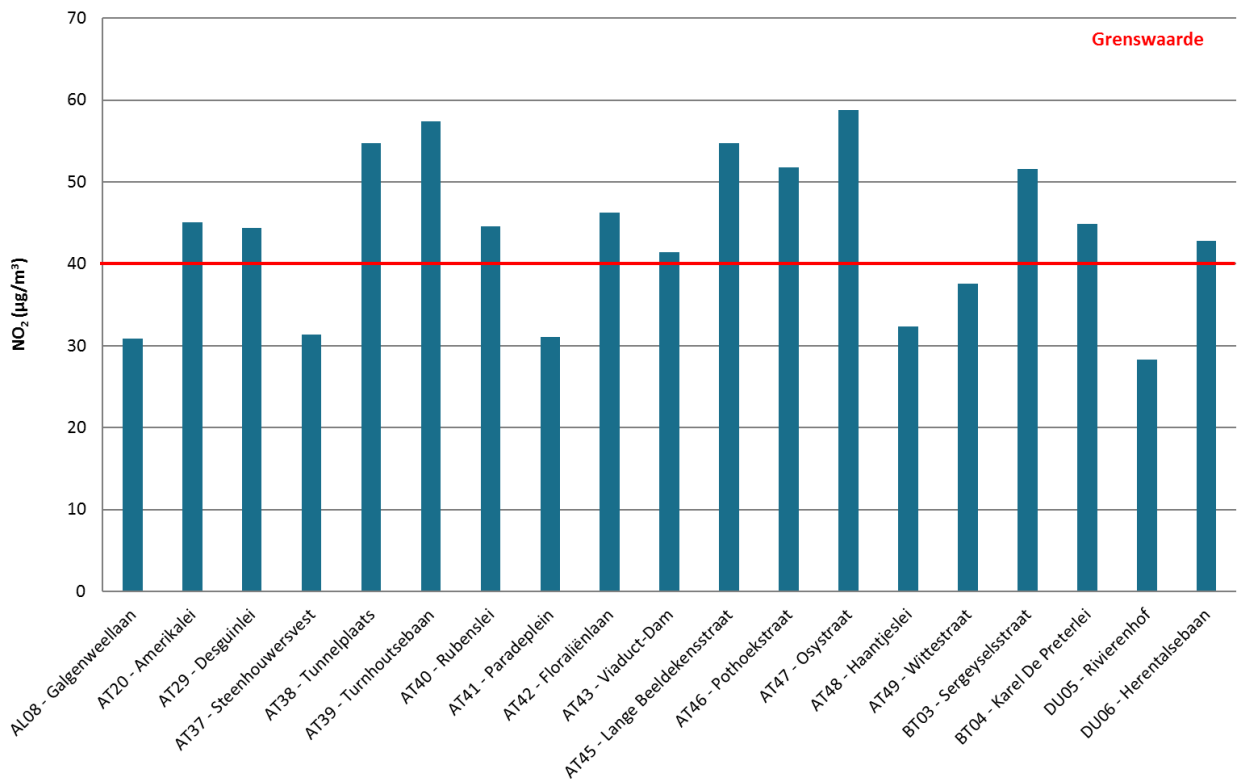
Daarnaast waren er 6 locaties (AL01, R802, R803, R804, R805 en R817) waar passieve samplers naast een referentiemonitor van het automatisch meetnet werden geplaatst. Zo konden we de resultaten van de passieve samplers met de automatische monitoren vergelijken en ermee kalibreren. Na statistische analyse bleek de beste correctie te bestaan uit het toevoegen van een constante waarde van 3,35 µg/m³ aan het resultaat van de passieve samplers. De maximale afwijking bij de 6 vergeleken meetplaatsen bedroeg -na kalibratie- absoluut 3 µg/m³ en relatief 6 %. Alle resultaten van de passieve samplers die opgenomen werden in dit rapport zijn dus gekalibreerd ten opzichte van de automatische referentiemethode.

In Antwerpen waren 13 van de 19 meetplaatsen in overschrijding. Het gaat hierbij telkens om meetplaatsen met weinig verdunning (de zogenaamde *street canyons*) en/of veel verkeer. In Antwerpen maten we met 59 µg/m³ de hoogste concentratie op de meetplaats in de Osystraat (AT47), dit is een drukke *street canyon* in het centrum van de stad.

Figuur 75 toont de gekalibreerde, indicatieve jaargemiddelden voor de 19 meetplaatsen in Antwerpen. Deze figuur bevestigt dus het beeld van de modelresultaten die hoge concentraties berekenen voor dergelijke locaties.



Figuur 75: Indicatieve NO₂-jaargemiddelden met passieve samplers in Antwerpen voor 2017 (µg/m³)



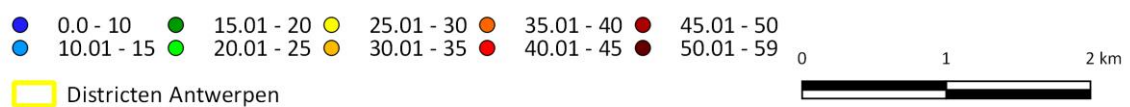
Figuur 76 toont de ligging en de resultaten van de meetlocaties van de samplers in Antwerpen.



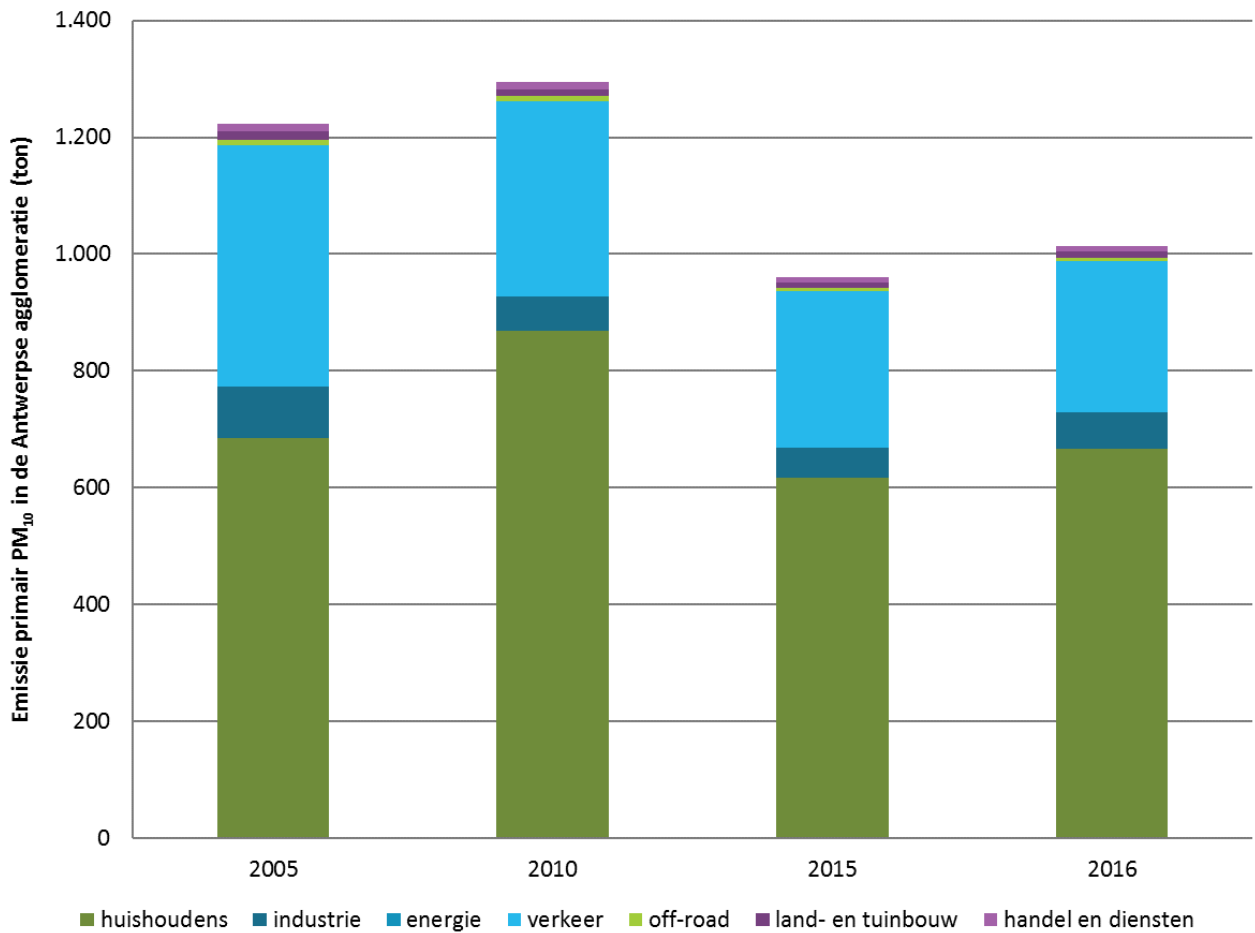
Figuur 76: Ligging en resultaten van de passieve samplers in Antwerpen, 2017



Passieve sampler metingen NO₂ in Antwerpen 2017
NO₂-concentratie (µg/m³)



Figuur 78: Trend van primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Fijn stof in de atmosfeer bestaat niet enkel uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten maar ook uit een **secundaire fractie**. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties.

Ook emissies van buiten de agglomeratie (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland), de aard van de emissies (bijvoorbeeld de hoogte), de meteorologische omstandigheden en de topografie bepalen mee de gemeten concentraties.

In Vlaanderen is gemiddeld 70 tot 80% van het fijn stof afkomstig uit het buitenland en de andere gewesten⁵. Lokaal kan de Vlaamse bijdrage echter een stuk hoger zijn, vooral in steden.

De primaire stofdeeltjes bestaan scheikundig gezien vooral uit organische koolstofcomponenten, anorganische componenten (mineralen) en elementair koolstof (roetdeeltjes). Secundair fijn stof wordt in de atmosfeer gevormd uit voorloperverbindingen. De belangrijkste precursoren zijn ammoniak (NH₃), stikstofoxides (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂) en verschillende semivluchtige organische verbindingen.

⁵ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2018, Referentietraak Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

Tijdens de vierde chemkar studie⁶ stelden we vast dat in steden in Vlaanderen de secundaire anorganische componenten gemiddeld 34 % van de totale massa PM₁₀ uitmaakten. De organische massa droeg voor 18 % bij. Houtverbranding was op jaarbasis goed voor een kwart tot een derde van de totale organische massa. Verder dragen mineraal stof (19 %), zeezout (10 %) en elementair koolstof (4 %) en een resterende fractie (water, spoorelementen, ...) (16 %) bij aan de PM₁₀-concentraties in de lucht.

Verkeer is een belangrijke lokale bron van elementair koolstof, organische massa en mineraal stof. In de bovengenoemde chemkar studie waren de PM₁₀-concentraties langs invalswegen gemiddeld 6 % en in *street canyons* gemiddeld 29 % hoger dan op stedelijke achtergrondlocaties. De bijdragen van elementaire koolstof en organische massa in uitlaatgassen enerzijds en de bijdrage van mineraal stof anderzijds (banden, remmen, koetswerk) droegen elk voor ongeveer 50 % bij aan deze hogere concentraties. Het gaat hier om een zeer lokale bijdrage.

Naast deze primaire emissies zorgt verkeer ook nog voor heel wat NO_x-emissies, die zich in de atmosfeer omzetten tot fijn stof in de vorm van nitraatdeeltjes. Dit proces is vrij traag, waardoor dit zal leiden tot een regionale verhoging.

2.3.1.2 Trend en toetsing PM₁₀-concentraties

Figuur 79 geeft de PM₁₀-jaargemiddelden op de verschillende meetplaatsen voor de periode 2007-2017.

Trend

Over de periode van 2007 – 2017 daalden de PM₁₀-jaargemiddelden geleidelijk. Op de meetstations met een voldoende lange tijdreeks zien we in de periode 2007-2017 een daling in de PM₁₀-concentraties tussen 14 % en 36 %.

De concentraties in 2017 zijn op de meeste plaatsen gelijk aan of lichtjes hoger dan de concentraties van 2016, uitgezonderd op de meetplaats in Hoboken (HB23) en Groenenborgerlaan (R817).

Toetsing van het jaargemiddelde

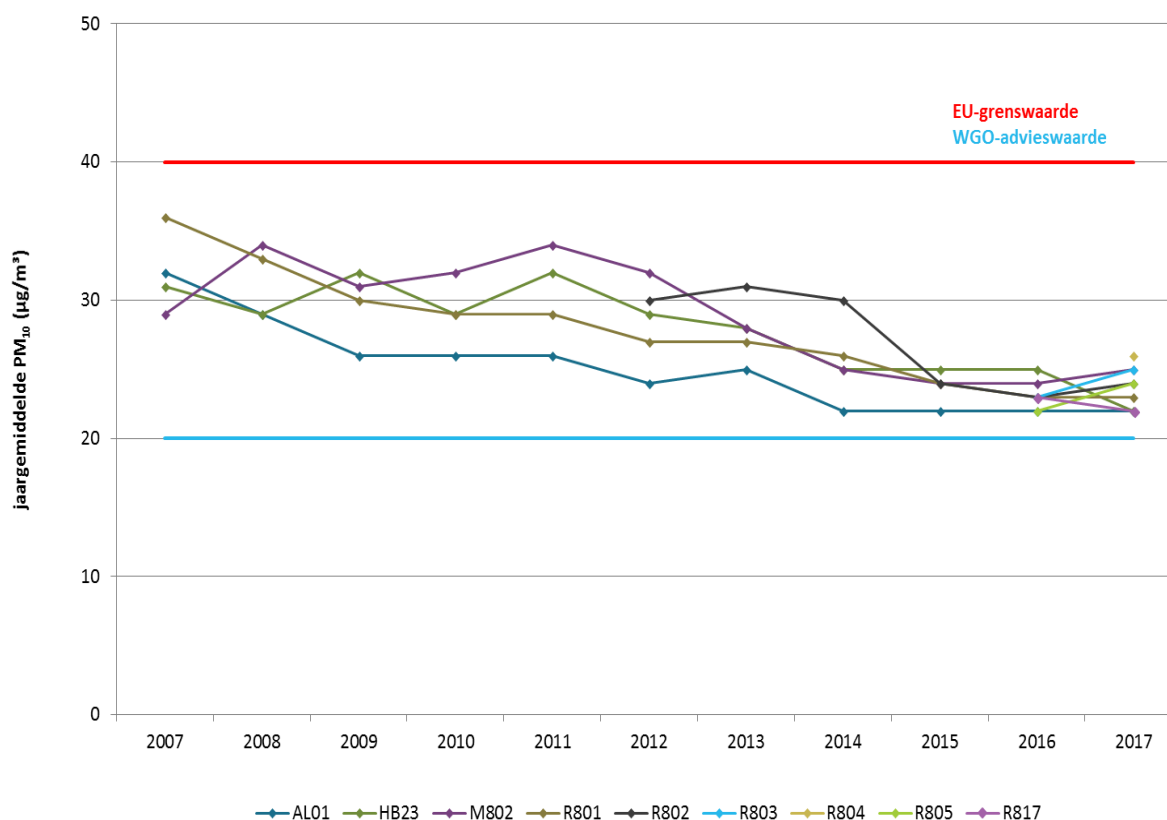
In de periode 2007 - 2017 werd de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³ op geen enkele meetplaats in de Antwerpse agglomeratie overschreden. Echter de WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ werd op geen enkele meetplaats in de Antwerpse agglomeratie gehaald. In Vlaanderen werd deze advieswaarde op slechts 6 van de 36 meetplaatsen gehaald.

De hoogste concentraties worden gemeten op de verkeersgerelateerde meetplaats aan de Ring (R804), op de meetplaats Luchtbal (M802) en op de meetplaats Park spoor Noord (R803).

Op de meetplaats Luchtbal (M802) meten we PM₁₀ afkomstig van industriële bronnen (zie de pollutieroos in Figuur 83). De meetplaats Park spoor Noord (R803) is eerder een stedelijke achtergrondlocatie. Voor de iets hogere concentraties op deze meetplaats (R803) hebben we niet onmiddellijk een verklaring. Wanneer we de meetplaats aan de Ring (R804) niet mee in beschouwing nemen, bedraagt het verschil tussen de verschillende meetplaatsen slechts 3 µg/m³.

⁶ VMM (2013), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Antwerpen, Gent, Brugge en Oostende, 2011-2012

Figuur 79: PM₁₀- jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017



Tabel 21: PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017 (µg/m³)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	32	29	26	26	26	24	25	22	22	22	22
HB23	31	29	32	29	32	29	28	25	25	25	22
M802	29	34	31	32	34	32	28	25	24	24	25
R801	36	33	30	29	29	27	27	26	24	23	23
R802	-	-	-	-	-	30	31	30	24	23	24
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	25
R804*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	24
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	22

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (20 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (40 µg/m³)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde

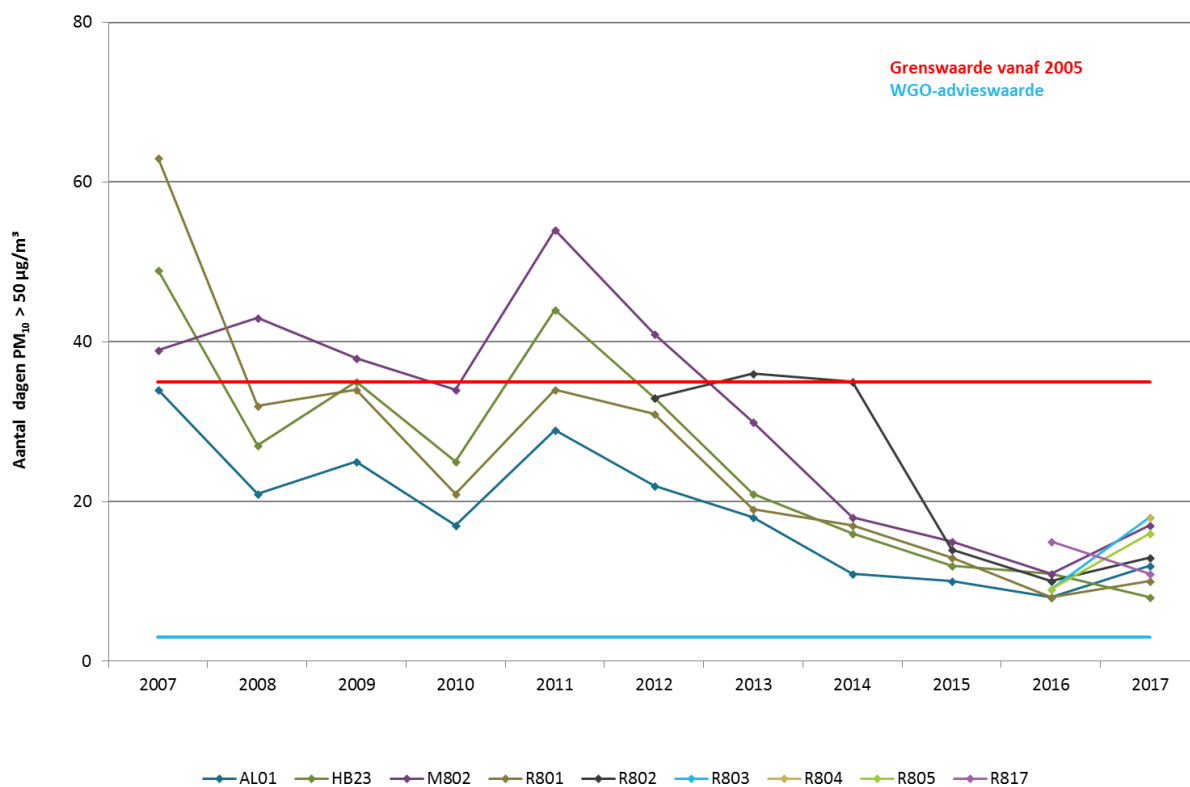
Trend en toetsing van de daggemiddelden

Figuur 80 toont het verloop van het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2007 – 2017. Dit verloop vertoont globaal genomen een dalende trend.

In 2017 zijn er op de meeste meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie iets meer dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ dan in 2016. Dit was niet enkel zo in de Antwerpse agglomeratie, maar op nagenoeg twee derde van de Vlaamse meetplaatsen. In 2017 waren er veel dagen met concentraties hoger dan 50 µg/m³ in de maanden januari en februari. In de wintermaanden zijn er vaker ongunstige weersomstandigheden (temperatuurinversie en lage windsnelheden) die ervoor zorgen dat de uitgestoten emissies minder verdund worden, wat leidt tot verhoogde concentraties.

Sinds 2014 is er geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde. Echter de WGO-advieswaarde voor de daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ toelaat, werd nog nooit gehaald in de Antwerpse agglomeratie. In 2017 was er in heel Vlaanderen geen enkel meetstation dat voldeed aan de WGO-daggrenswaarde voor PM_{10} .

Figuur 80: Aantal dagen met een PM_{10} -concentratie $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017



Tabel 22 geeft per meetplaats het aantal dagen dat er een daggemiddelde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werd gemeten weer voor de periode 2007-2017.

Tabel 22: Aantal dagen met PM_{10} -concentratie $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007-2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	34	21	25	17	29	22	18	11	10	8	12
HB23	49	27	35	25	44	33	21	16	12	11	8
M802	39	43	38	34	54	41	30	18	15	11	17
R801	63	32	34	21	34	31	19	17	13	8	10
R802	-	-	-	-	-	33	36	35	14	10	13
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	18
R804*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	16
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	11

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toegelaten per jaar)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (35 dagen $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toegelaten per jaar)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde

2.3.1.3 Geografische spreiding van de PM₁₀-concentratie en pollutierozen

Figuur 81 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse agglomeratie voor 2017.

Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model zijn te vinden onder paragraaf 2.2.3 en bijlage 6. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2017 de meest recent beschikbare emissiedata van 2016 werden gebruikt. Een mogelijk effect van de LEZ weerspiegelt zich dus alsnog niet in de gemodelleerde resultaten.

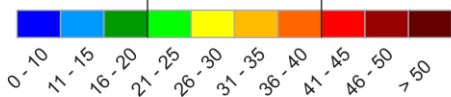
Langs de Ring en in een deel van de haven worden hogere PM₁₀-concentraties gemodelleerd. De gemodelleerde concentraties voor de Ring worden bevestigd door de metingen op de meetplaats R804. We zien dat het model in de Antwerpse agglomeratie en omgeving overwegend een PM₁₀-concentratie modelleert tussen 21 en 25 µg/m³. Nabij enkele industriële puntbronnen in de haven berekent het model nog de mogelijkheid op een overschrijding.



Figuur 81: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2017



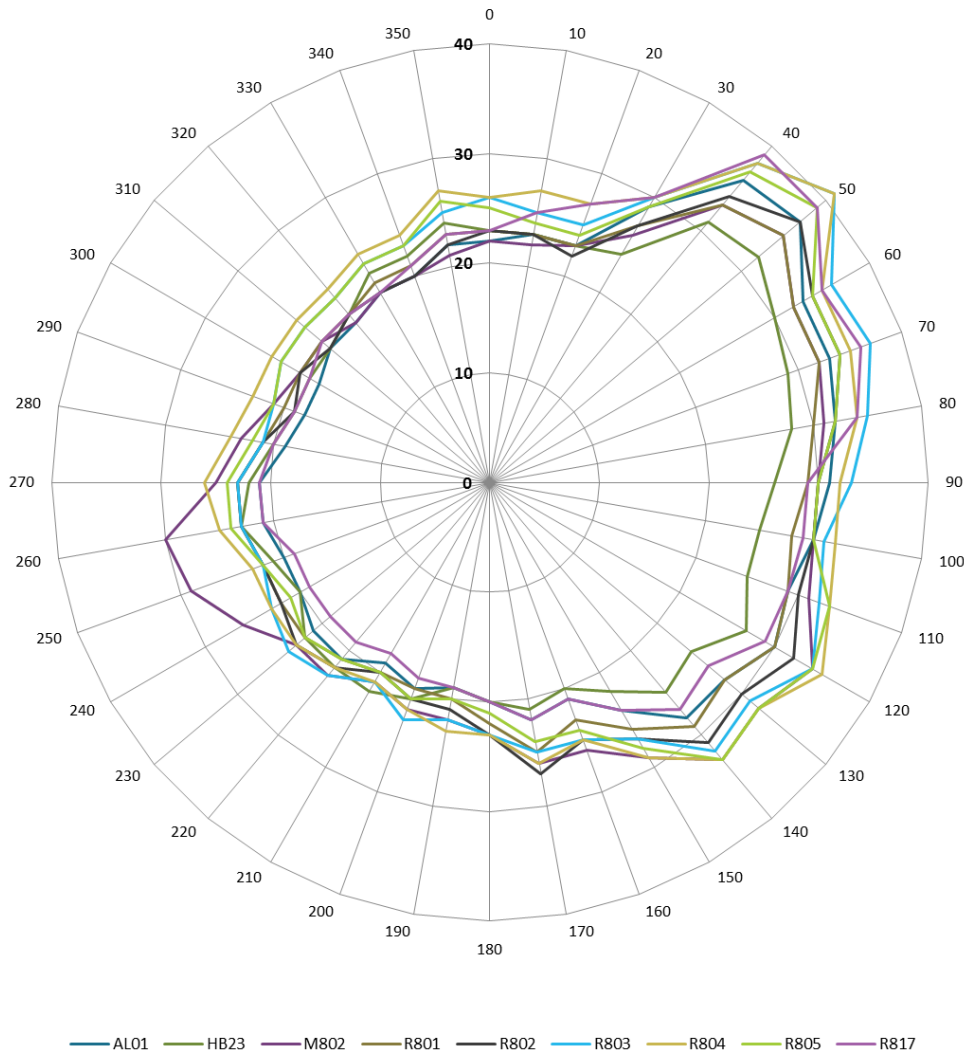
PM₁₀-jaargemiddelde berekend met ATMO-Street (µg/m³)
WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistieken. Het effect van street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaakdelijk opwaaien van stof door verkeer niet.

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

Figuur 82: Pollutieroos voor PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017 (µg/m³)



De pollutierozen van alle meetplaatsen vertonen een erg gelijkaardige vorm. Dit wijst erop dat de concentraties voor een zeer groot deel bepaald worden door regionale factoren: invoer van buiten Vlaanderen en vorming in de atmosfeer door chemische of fysische processen. Lokale bronnen zijn minder zichtbaar in de pollutierozen dan bij andere pollutanten.

Ten opzichte van vorig jaar worden er op alle meetplaatsen hogere concentraties gemeten bij wind vanuit het noordoosten. Deze hogere concentraties zijn grotendeels het gevolg van verhoogde concentraties in januari en februari bij wind uit het noordoosten. Van noordoostelijke tot zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Dit is niet te wijten aan lokale bronnen, maar is een regionaal fenomeen.

De pollutierozen voor de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en voor de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) zijn zeer gelijkaardig, deze meetplaatsen liggen 25 meter van elkaar verwijderd. Iets hogere concentraties worden gemeten op meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) bij wind vanuit het noordoosten tot het westen. Dit kan verklaard worden door de grotere invloed van de zuidelijk gelegen Plantin en Moretuslei op de meetplaats aan de straatkant (R802) en door het feit dat



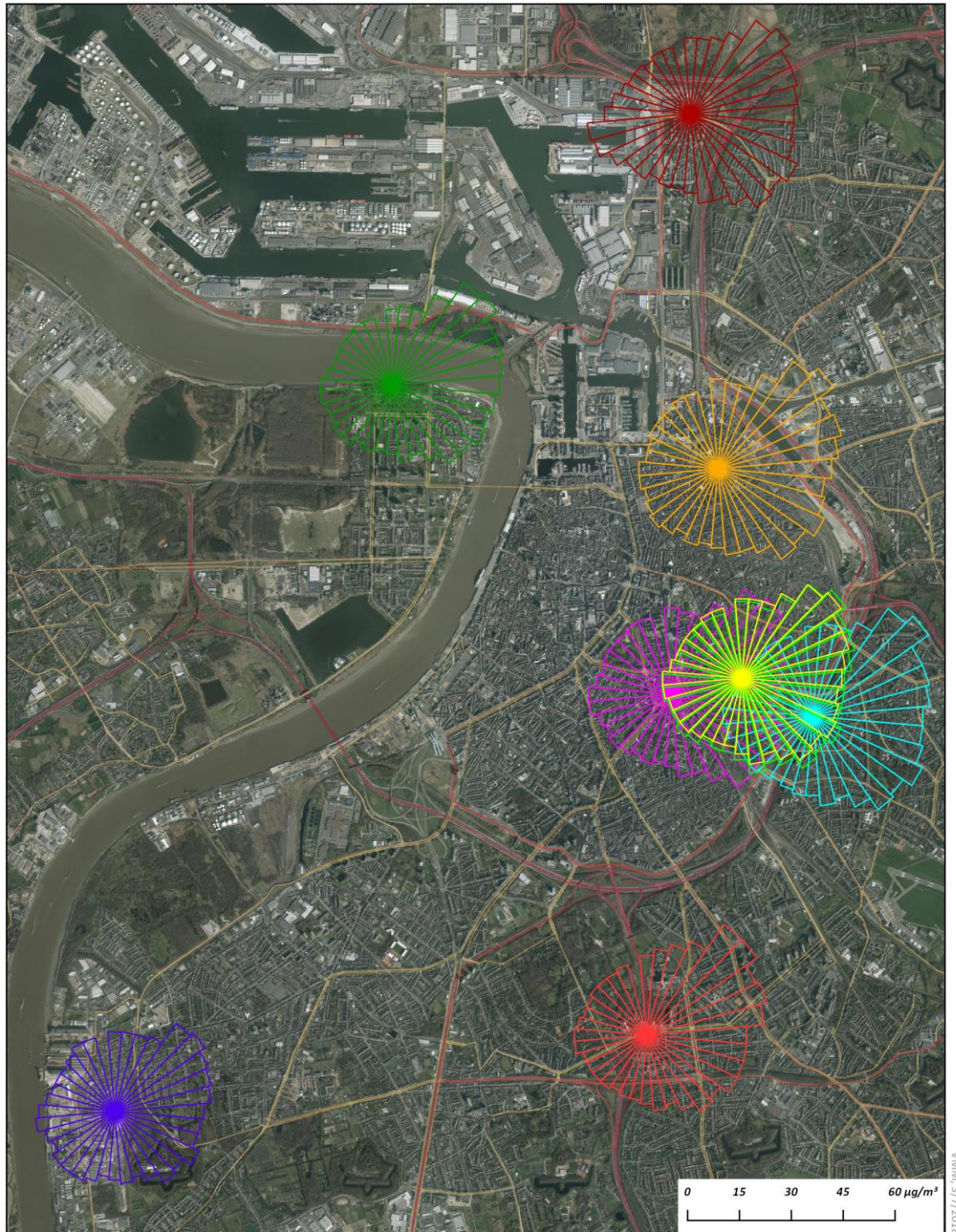
de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) bij wind vanuit oostelijke richting meer is afgeschermd van de Montensstraat door een hoog gebouw.

Op de roos van de meetplaats Luchtbal (M802) zien we verhoogde concentraties vanuit westelijke richting. Hier liggen een aantal dokken met op- en overslagactiviteiten.

Het meetstation aan de Ring (R804) meet in vergelijking met de andere stations hogere concentraties bij wind vanuit het zuidwesten tot noorden. Vanuit deze richting wordt de invloed van de Ring gemeten. Ook bij andere windrichtingen zien we in vergelijking met overige stations hogere concentraties. We hebben hier niet onmiddellijk een verklaring voor. In zuidelijke en oostelijke richting hebben we nog wel de op- en afritten. De rozen van NO₂ toonden evenwel veel minder verkeersinvloed aan bij wind vanuit zuidelijke en oostelijke richting.



Figuur 83: Pollutierozen PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017



Pollutierozen PM₁₀ op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2017

- | | | |
|--|--|---|
| AL01 | R801 | R804 |
| HB23 | R802 | R805 |
| M802 | R803 | R817 |



2.3.2 PM_{2,5}

2.3.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Zoals reeds gezegd, zijn de meest recent beschikbare emissiedata deze voor 2016.

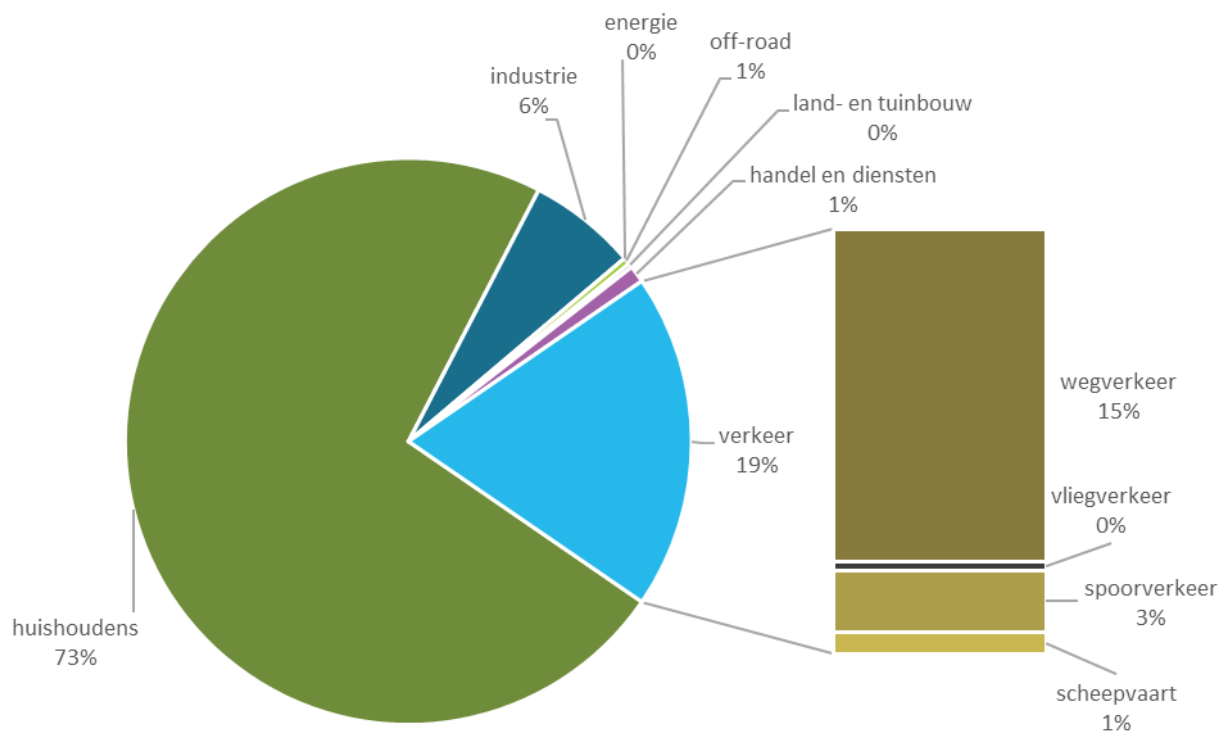
Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten, primair PM_{2,5}-stof.

Figuur 84 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van **primair PM_{2,5}** in 2016.

- 73 % van de emissies van primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie is te wijten aan huishoudens.
 - 89 % hiervan is te wijten aan gebouwenverwarming, voornamelijk aan houtverbranding.
- 19 % is te wijten aan het verkeer.
 - Hiervan is 78 % afkomstig van het wegverkeer en 15 % van het spoorverkeer.

De bijdrage van het verkeer is -zowel relatief als absoluut- minder dan voor PM₁₀. Heropwaaiende deeltjes zijn immers groter dan 2,5 µm. De niet-uitlaat emissies afkomstig van de slijtage van remmen en banden en het wegdek bestaan ook voor een deel uit deeltjes groter dan 2,5 µm.

Figuur 84: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2016

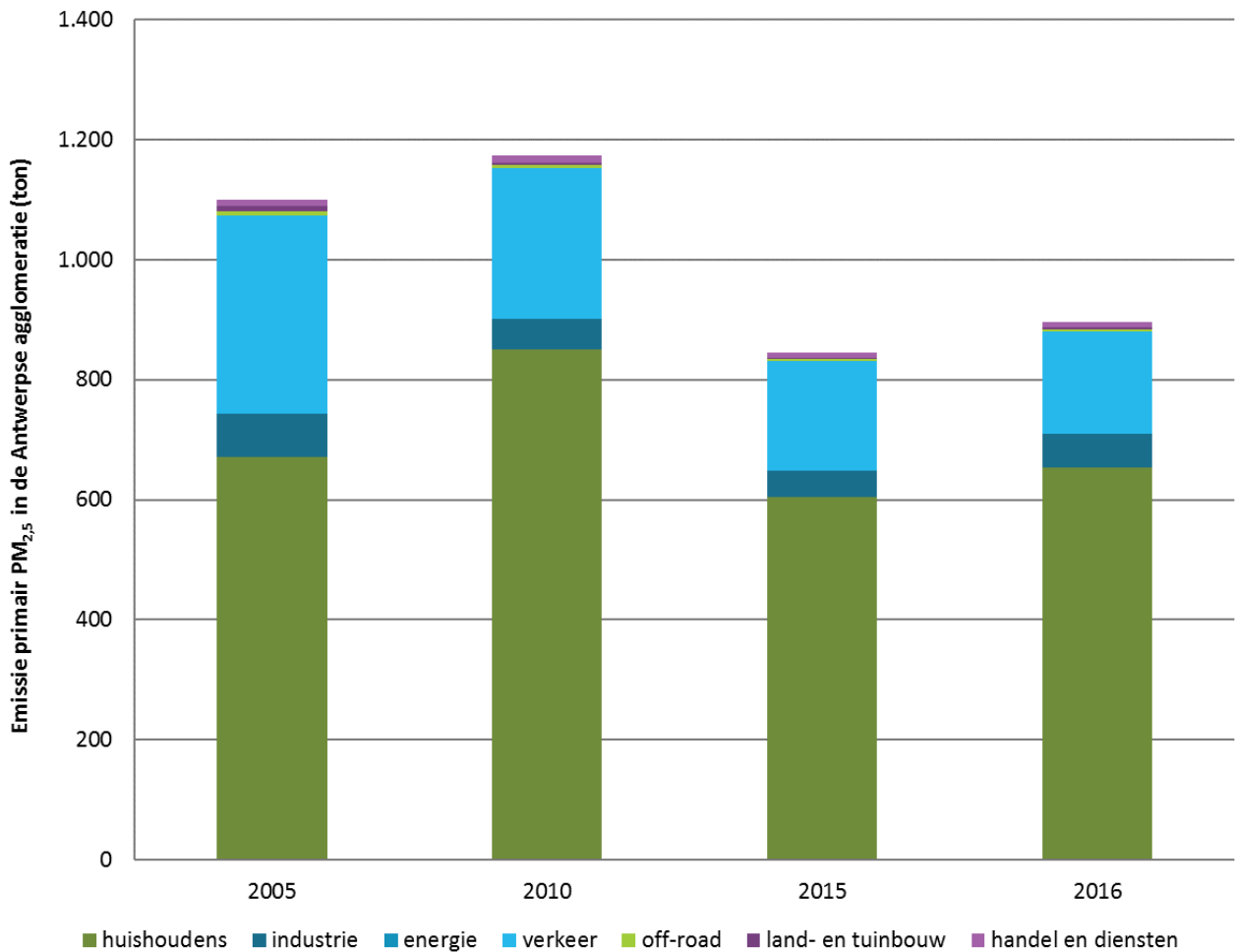


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 85 toont de trend van de rechtstreeks uitgestoten (primaire) PM_{2,5}-emissies door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

Tussen 2005 en 2016 zijn de emissies van **primair PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie met 19 % gedaald. Zoals voor PM₁₀ is deze daling vooral te danken aan minder emissies door het wegverkeer. Het schommelende verloop van de emissies door huishoudens is gekoppeld aan strengere winters wanneer er meer houtverbranding plaatsvindt.

Figuur 85: Trend van primaire PM_{2,5}-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Zoals al aangehaald bij PM₁₀, bestaat fijn stof in de atmosfeer niet enkel uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten, maar ook uit een **secundaire fractie**. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties.

Ook emissies van buiten de agglomeratie (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland) bepalen mee de gemeten concentraties in de Antwerpse agglomeratie. Zo is in Vlaanderen gemiddeld 70 tot 80 % van het fijn stof afkomstig uit het buitenland en de andere gewesten⁷. Lokaal kan de Vlaamse bijdrage echter een stuk hoger zijn, vooral in steden.

2.3.2.2 Trend en toetsing PM_{2,5}-concentraties

In 2014 werden de meettoestellen voor het meten van PM₁₀ vervangen door toestellen die simultaan PM₁₀ en PM_{2,5} meten. Vanaf dan zijn er PM_{2,5}-metingen op alle meetplaatsen.

Trend

Over de periode van 2007 – 2017 daalden de PM_{2,5}-jaargemiddelden geleidelijk. Op het enige meetstation met een volledige tijdreeks (R801) zien we een daling van 42 % tussen 2007 en 2017. De laatste 3 jaren zien we een stagnatie. Zoals bij PM₁₀ zijn de concentraties in 2017 op de meeste plaatsen

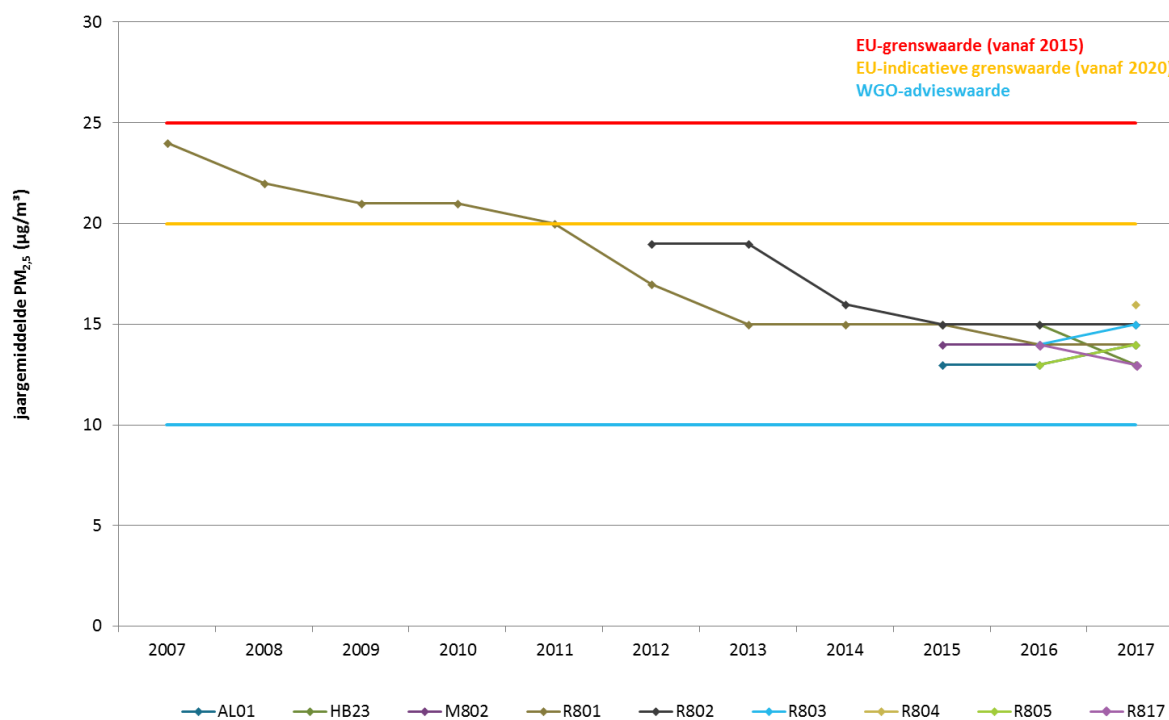
⁷ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2018, Referentietaak Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

gelijk aan of lichtjes hoger dan de concentraties van 2016, uitgezonderd op de meetplaats in Hoboken (HB23) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) (zie Figuur 86).

Toetsing van het jaargemiddelde

De Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 25 µg/m³ PM_{2,5} wordt gehaald op alle meetplaatsen. De indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ wordt gehaald vanaf 2011. De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde wordt op geen enkele meetplaats gehaald. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

Figuur 86: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017



Tabel 23: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017 (µg/m³)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	13	13	14
HB23	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	13
M802	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14	14
R801	24	22	21	21	20	17	15	15	15	14	14
R802	-	-	-	-	-	19	19	16	15	15	15
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	15
R804*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	14
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	13

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (10 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (25 µg/m³)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde

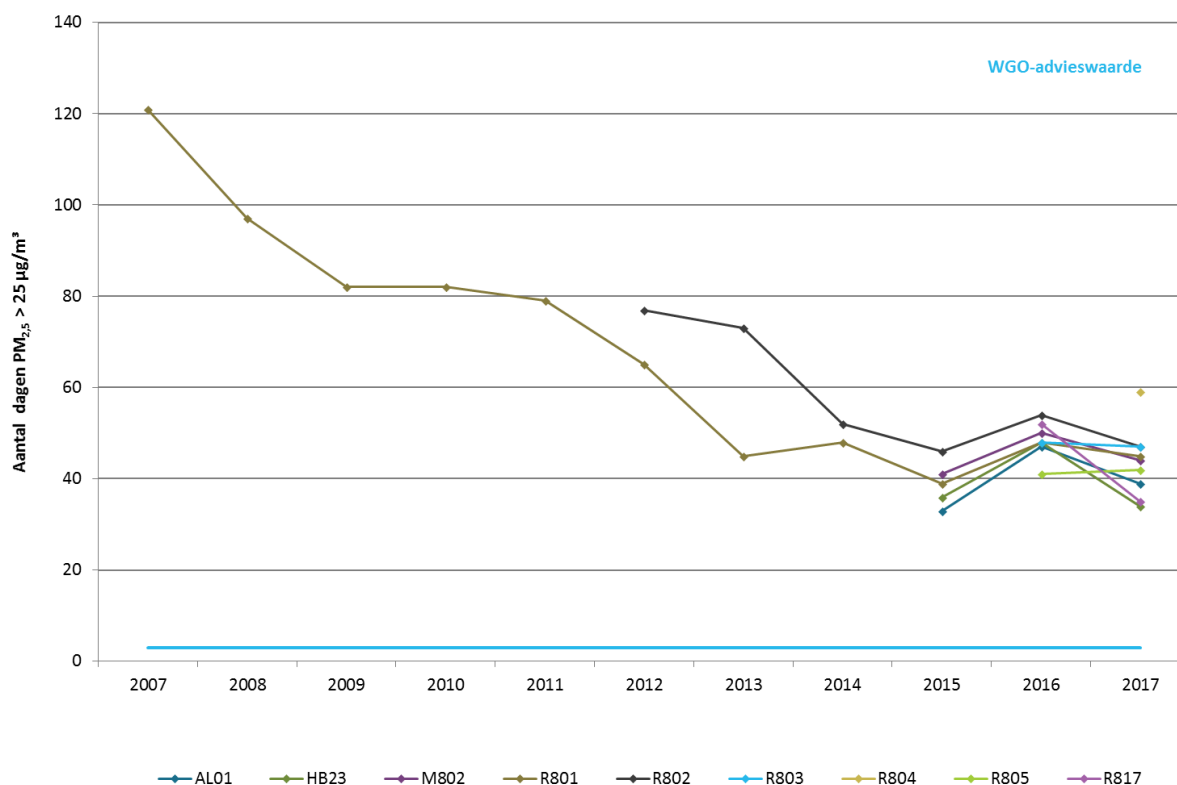
Trend en toetsing van de daggemiddelden

Bij de meetstations met een lange tijdreeks zien we over de periode 2007 - 2017 globaal een daling in het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 25 µg/m³.

In 2017 zien we een lichte daling op de meeste plaatsen tegenover 2016, uitgezonderd op de meetplaatsen Park Spoor Noord (R803) en Belgiëlei (R805) waar we eerder een stagnatie zien (zie Figuur 87).

Europa definieerde geen grenswaarde voor PM_{2,5}-daggemiddelden. De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³ toelaat, wordt op geen enkele meetplaats gehaald. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

Figuur 87: Aantal dagen met een PM_{2,5} concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007 – 2017



Tabel 24: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2007-2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	33	47	39
HB23	-	-	-	-	-	-	-	-	36	48	34
M802	-	-	-	-	-	-	-	-	41	50	44
R801	121	97	82	82	79	65	45	48	39	48	45
R802	-	-	-	-	-	77	73	52	46	54	47
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	47
R804*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	42
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	35

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen > 25 µg/m³ toegelaten per jaar)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde

2.3.2.3 Bepaling van de chemische samenstelling van PM_{2,5}

Sinds 2016 bepaalt de VMM de chemische samenstelling van PM_{2,5} op de meetlocatie Borgerhout-achtergrond (R801). Hiervoor bemonstert de VMM elke dag de PM_{2,5}-fractie met de gravimetrische referentiemethode. In het labo wordt vervolgens op één van de 4 stalen een chemische analyse uitgevoerd.

In 2017 bestond de PM_{2,5}-fractie in Borgerhout-achtergrond (R801) gemiddeld uit:

- 47 % secundaire anorganische ionen (=som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat),
- 18 % organische massa,
- 5 % elementair koolstof,
- 4 % zeezout,
- 26 % andere (onder meer gebonden water en mineraal stof).

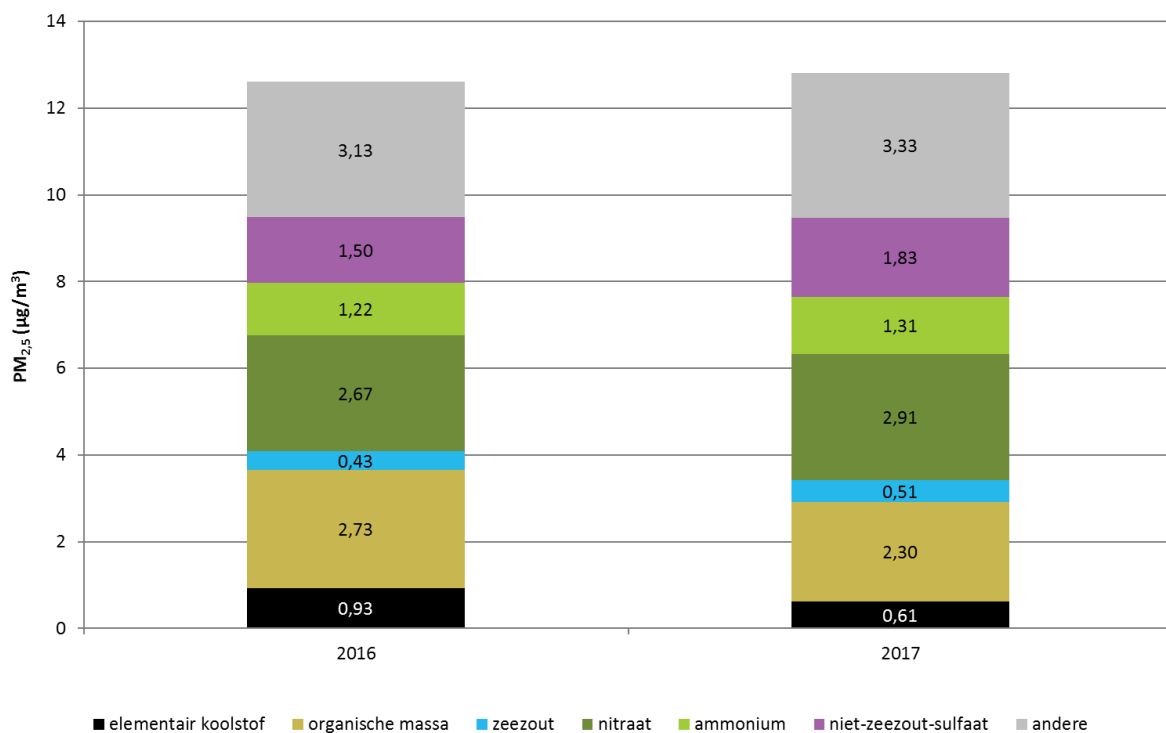
Bij vergelijking tussen de fracties van 2016 en 2017 zien we een:

- daling van elementair koolstof (-34 %) en organische massa (-16 %),
- toename van de secundaire anorganische ionen (+12 %). Binnen de groep van secundaire anorganische ionen neemt niet-zeezout-sulfaat (+22 %) het meest toe ten opzichte van 2016.

Dit alles zorgt ervoor dat de totale concentratie in 2017 iets hoger is dan in 2016.

Dezelfde tendensen tussen 2016 en 2017 zagen we ook bij de resultaten van de chemische samenstelling op de landelijke locatie in Retie (RT01) en op de stedelijke achtergrondlocatie in Gent (R701).

Figuur 88: Chemische samenstelling van PM_{2,5} in Borgerhout-achtergrond (R801), 2016-2017 (µg/m³)



2.3.2.4 Geografische spreiding van de PM_{2,5}-concentratie en pollutierozen

Figuur 89 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie in de Antwerpse agglomeratie en omgeving.

Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model zijn te vinden onder paragraaf 2.2.3 en bijlage 6. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2017 de meest recent beschikbare emissiedata van 2016 werden gebruikt. Een mogelijk effect van de LEZ weerspiegelt zich dus alsnog niet in de gemodelleerde resultaten.

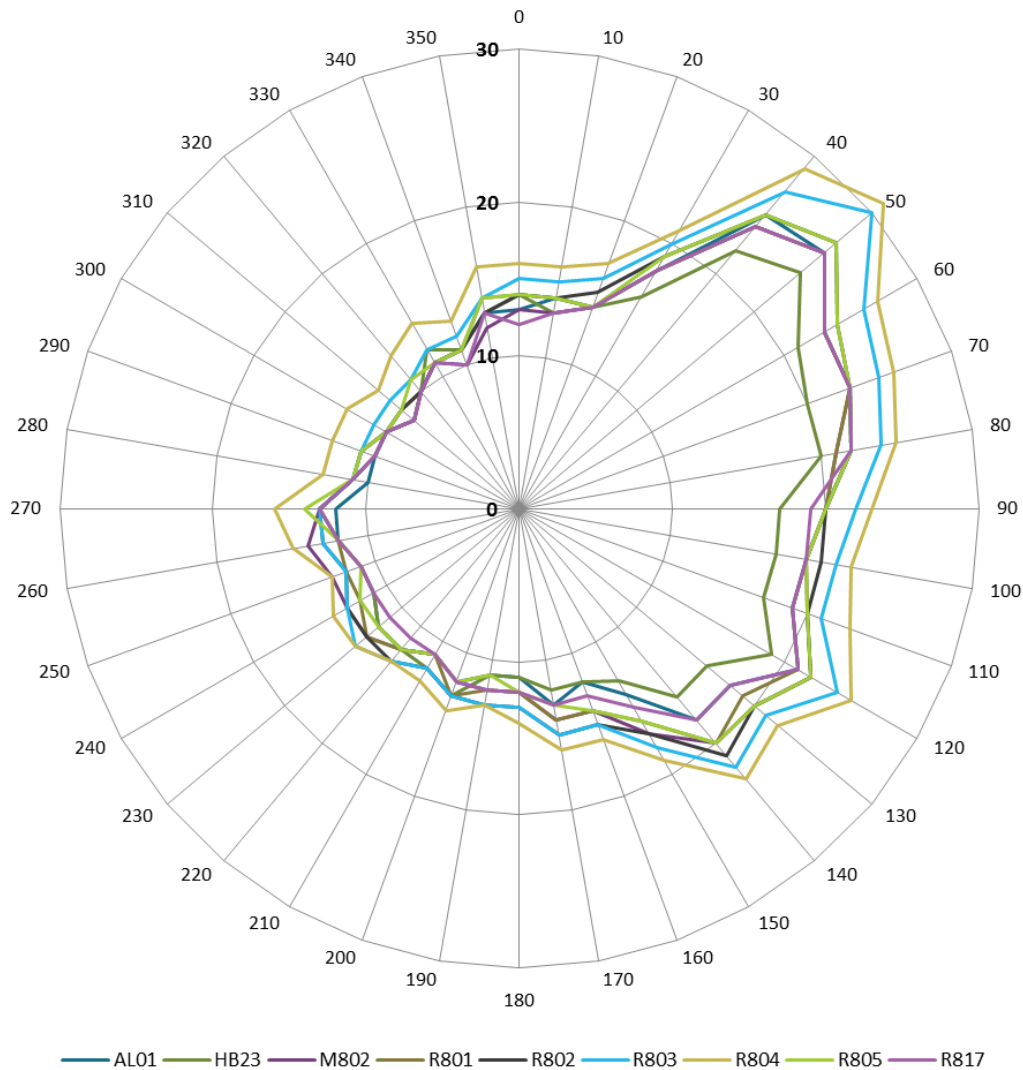
Op Figuur 89 zien we dat de gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties in de Antwerpse agglomeratie overwegend tussen 13 en 15 µg/m³ liggen. Hogere concentraties vallen samen met de omringende snelwegen en de belangrijkste verkeersassen in de binnenstad.



Figuur 89: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2017



Figuur 90: Pollutieroos voor PM_{2,5} op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017 (µg/m³)



De PM_{2,5}-pollutierozen voor de verschillende meetplaatsen opgenomen in Figuur 90, hebben globaal dezelfde vorm, wat erop wijst dat de PM_{2,5} concentraties voor een zeer groot deel bepaald worden door regionale factoren. Dit is ook zo bij de PM₁₀-rozen.

Net zoals bij PM₁₀ worden er ten opzichte van vorig jaar op alle meetplaatsen hogere concentraties gemeten bij wind vanuit het noordoosten. Deze hogere concentraties zijn grotendeels het gevolg van verhoogde concentraties in januari en februari bij wind uit het noordoosten.

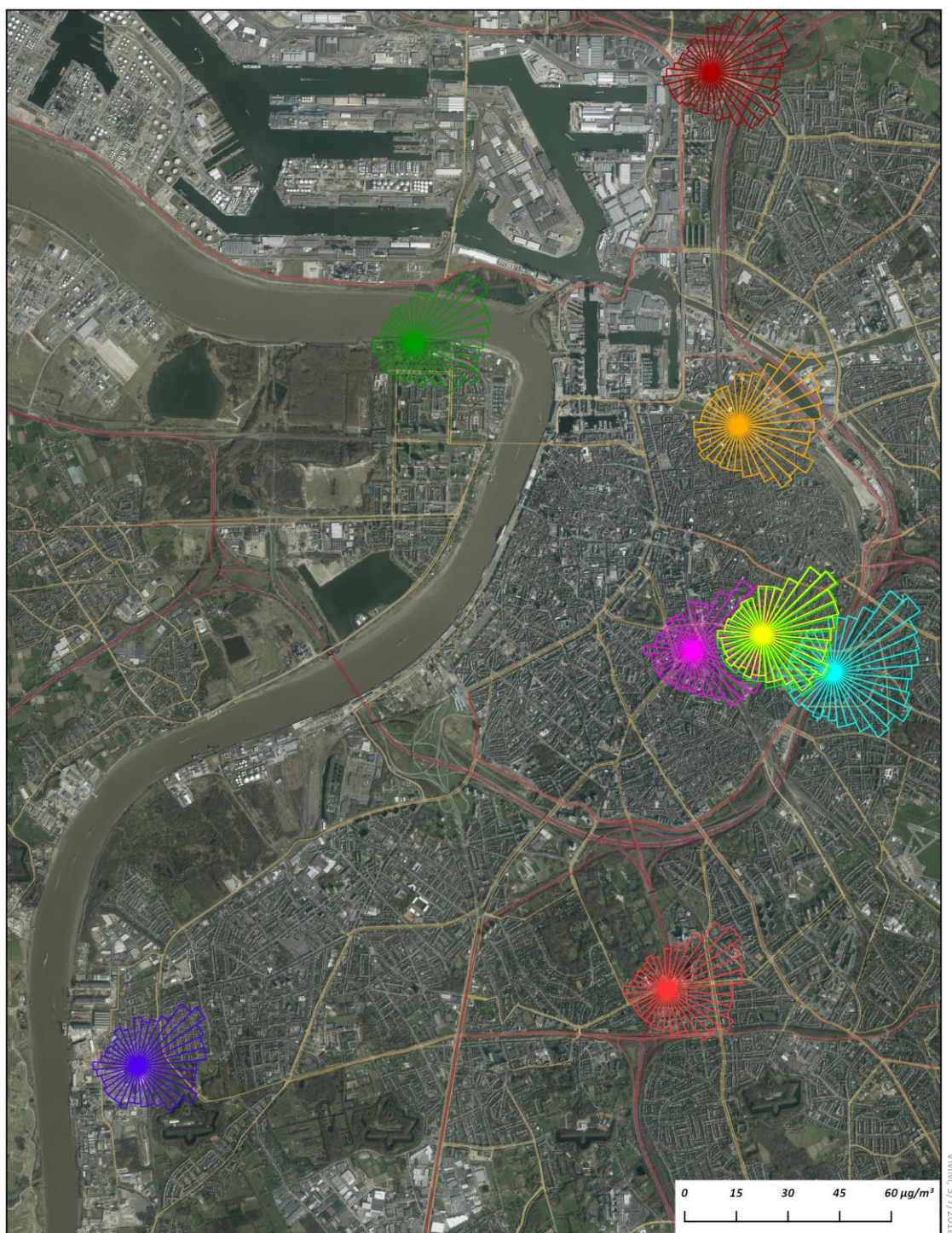
De vaststellingen die we maakten voor de PM₁₀-pollutierozen van de meetplaatsen R801 en R802 langs de Plantin en Moretuslei en voor de meetplaats R804 langs de Ring gelden ook voor PM_{2,5}.

Bij wind vanuit het westen zien we op pollutieroos van het meetstation aan de Havannastraat (M802) - in tegenstelling tot bij de pollutieroos voor PM₁₀ - vrijwel geen verhoogde concentraties. Dit duidt erop dat de op -en overslagactiviteiten voornamelijk een bron zijn van grover stof (met een diameter tussen 2,5 en 10 µm).

Figuur 91 toont de pollutierozen voor PM_{2,5} voor 2017 op kaart.

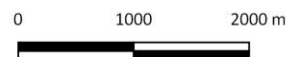


Figuur 91: Pollutierozen PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017



Pollutierozen PM_{2,5} op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2017

- | | | |
|--|--|---|
| AL01 | R801 | R804 |
| HB23 | R802 | R805 |
| M802 | R803 | R817 |



2.3.3 Zwarte koolstof/Elementair koolstof

Het verschil in terminologie tussen elementair koolstof (EC) en zwarte koolstof (BC) heeft te maken met de fysische of chemische eigenschappen van de deeltjes, die tot uiting komen bij het meten van deze polluenten. De meettechniek voor het bepalen van zwarte koolstof maakt gebruik van de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes. Voor elementair koolstof wordt een thermische analysemethode gebruikt. Het gaat dus om zeer sterk aan elkaar verwante componenten, maar door de verschillende meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden.

De emissiedata betreffen elementair koolstof. De resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen handelen over zwarte koolstof.

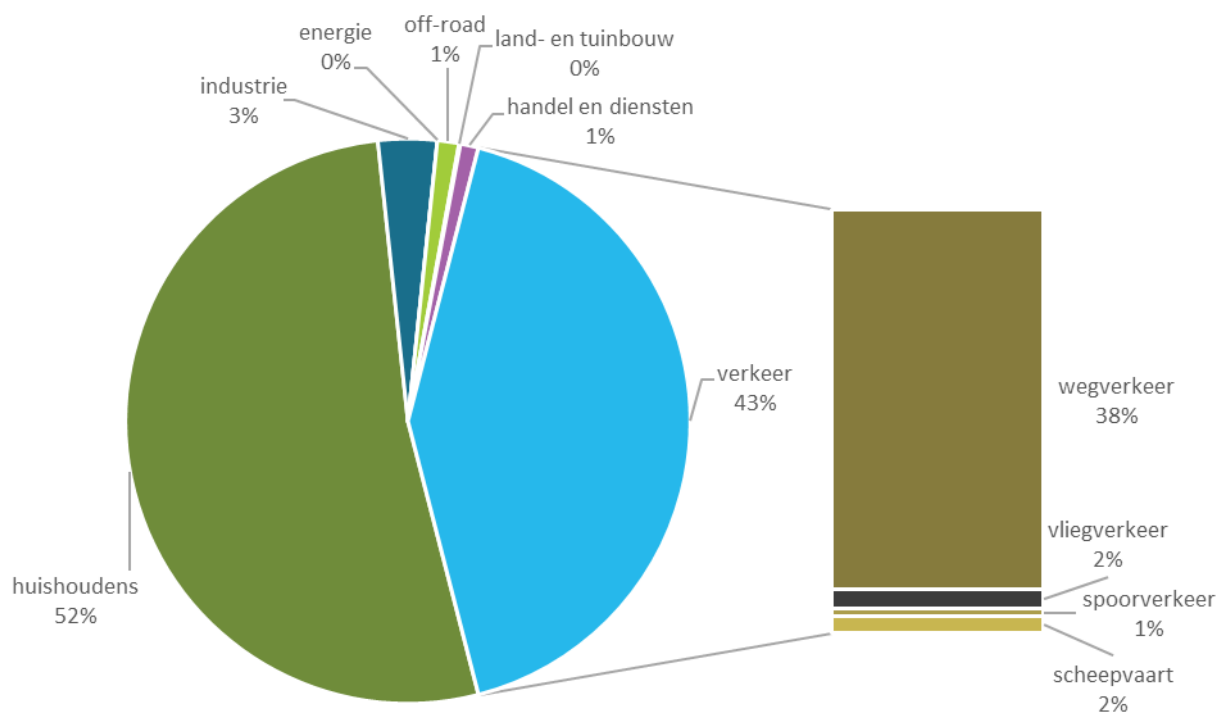
2.3.3.1 Emissies van elementair koolstof

De emissies van EC zijn rechtstreeks gelinkt aan de PM_{2,5}-emissies. De berekening van EC gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid PM_{2,5} die afkomstig zijn uit de literatuur of uit metingen.

Figuur 92 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van elementair koolstof in 2016. In de Antwerpse agglomeratie leveren volgende sectoren de grootste bijdrage aan EC-emissies:

- Huishoudens: 52 %. Hiervan kunnen we het grootste deel toewijzen aan de huishoudelijke verwarming en meer bepaald de verbranding van hout in open haarden en kachels.
- Verkeer: 43 %. Hiervan is wegverkeer de grootste bron. Dit komt doordat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen met dieseluutstoot als één van de grootste bronnen. Het aandeel van verkeer is hier veel groter dan bij PM₁₀ of PM_{2,5}.

Figuur 92: Aandeel van de sectoren in de EC-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2016

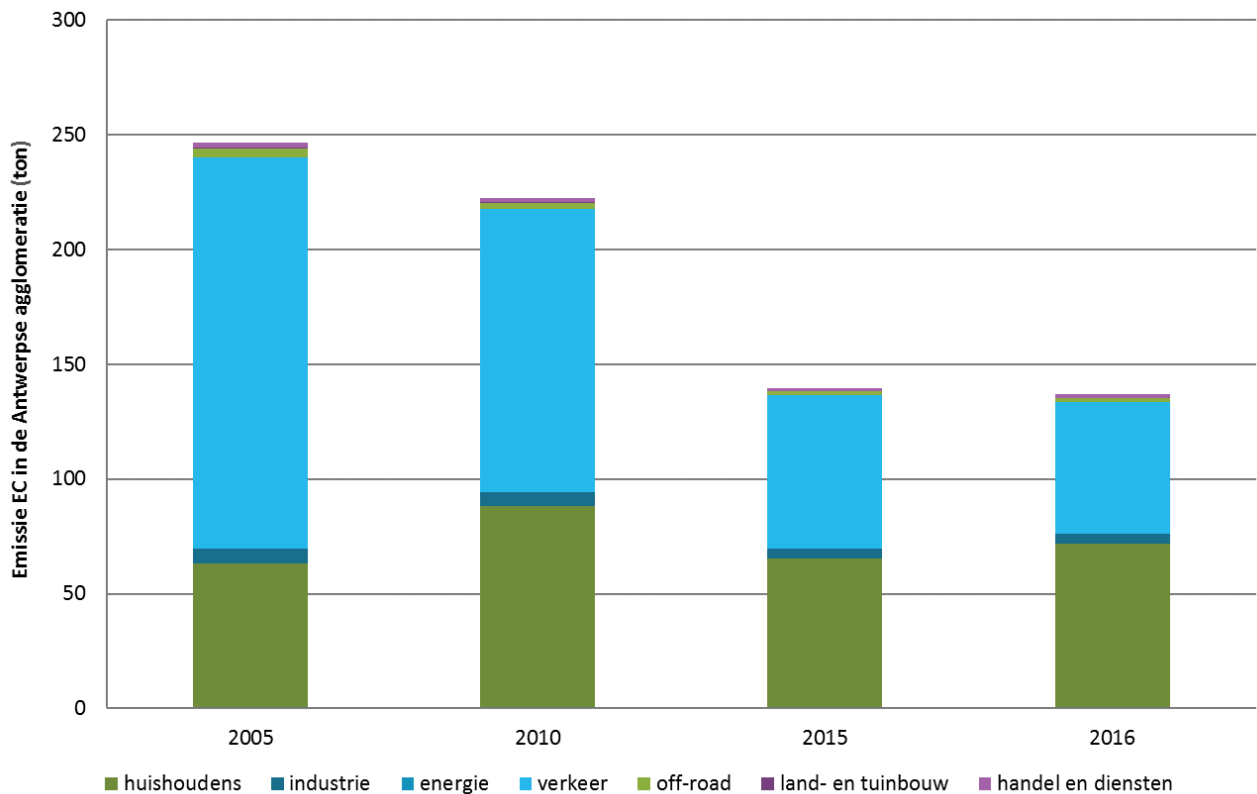


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 93 toont de evolutie van de emissies van elementair koolstof door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

De emissies van elementair koolstof zijn tussen 2005 en 2016 met 45 % gedaald. Dit is vooral te danken aan een daling van de emissies door het verkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. De emissies van deze sector fluctueren van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden, waarbij strenge winters zorgen voor een verhoogd verbruik van fossiele brandstoffen en brandhout.

Figuur 93: Trend van de emissies van elementair koolstof door verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Elementair koolstof wordt door de verschillende bronnen onmiddellijk uitgestoten. Het wordt in de atmosfeer niet gevormd uit voorlopercomponenten. Hierdoor worden de concentraties elementair koolstof (of zwarte koolstof) in de omgevingslucht veel meer dan deze van PM₁₀, bepaald door lokale bronnen.

Gezien het belang van lokale bronnen, zien we ook grotere verschillen in de gemeten concentraties zwarte koolstof tussen stedelijke achtergrondmeetplaatsen en verkeersmeetplaatsen dan voor PM₁₀ of PM_{2,5}.

2.3.3.2 Trend en toetsing van de meetwaarden van zwarte koolstof

Door de VMM worden metingen van zwarte koolstof uitgevoerd sinds 2008 in de Antwerpse agglomeratie.

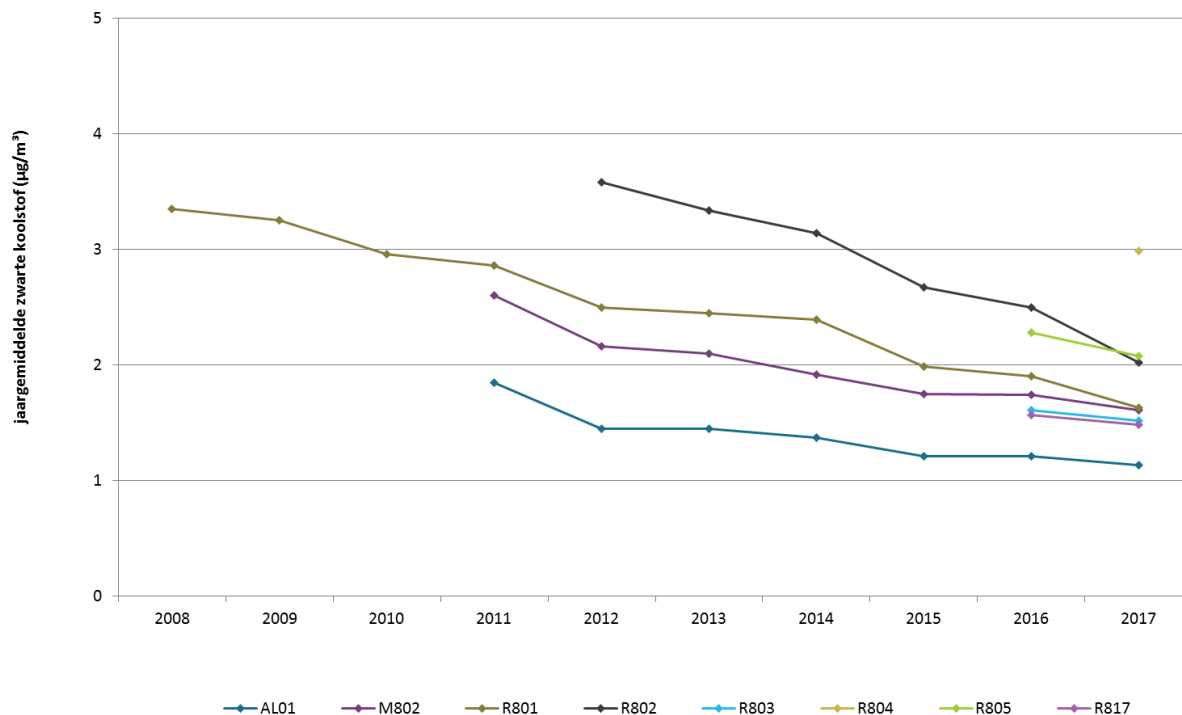
Trend

Figuur 94 toont een dalende trend voor de concentraties zwarte koolstof. Op het meetstation Borgerhout-achtergrond (R801) met een volledige tijdreeks zien we een daling van 51 % tussen 2008 en 2017.



In 2017 zien we een verdere daling ten opzichte van 2016. De daling in 2017 volgt de dalende trend van de afgelopen jaren.

Figuur 94: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2017



Tabel 25: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2017 (µg/m³)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AL01	-	-	-	1,85	1,45	1,45	1,37	1,21	1,21	1,13
HB23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M802	-	-	-	2,60	2,16	2,10	1,92	1,75	1,74	1,61
R801	3,35	3,25	2,96	2,86	2,50	2,45	2,39	1,99	1,90	1,63
R802	-	-	-	-	3,58	3,34	3,14	2,67	2,50	2,02
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	1,52
R804	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,99
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,08
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	1,48

Toetsing regelgeving

Voor zwarte koolstof bestaat er geen Vlaamse of Europese wetgeving. Ook de WGO heeft nog geen advieswaarden gepubliceerd voor zwarte koolstof.

Zoals voor NO₂ worden in 2017 de hoogste concentraties gemeten op de meetplaats langs de Ring (R804). Op de meetplaatsen aan de Belgiëlei (R805) en de Plantin en Moretuslei (R802) worden ook hogere concentraties zwarte koolstof gemeten.

De laagste concentraties noteren we op de meetplaats Antwerpen-Linkeroever (AL01). Deze meetplaats ligt langs een jaagpad waar er weinig verkeer passeert.

Tussen de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) (7,5 meter van de straatkant) en de stedelijke meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) (30 meter van de straatkant) zien we een verschil van ongeveer 20 % in 2017 in de jaargemiddelde concentratie zwarte koolstof. Dit betekent dat de concentratie van deze verkeersgerelateerde pollutie vrij snel afneemt naarmate de afstand tot de weg toeneemt. Ook andere jaren was er een vrij groot verschil tussen beide meetplaatsen.

2.3.3.3 Geografische spreiding van de concentratie van zwarte koolstof en pollutierozen

Figuur 95 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeraties en omgeving.

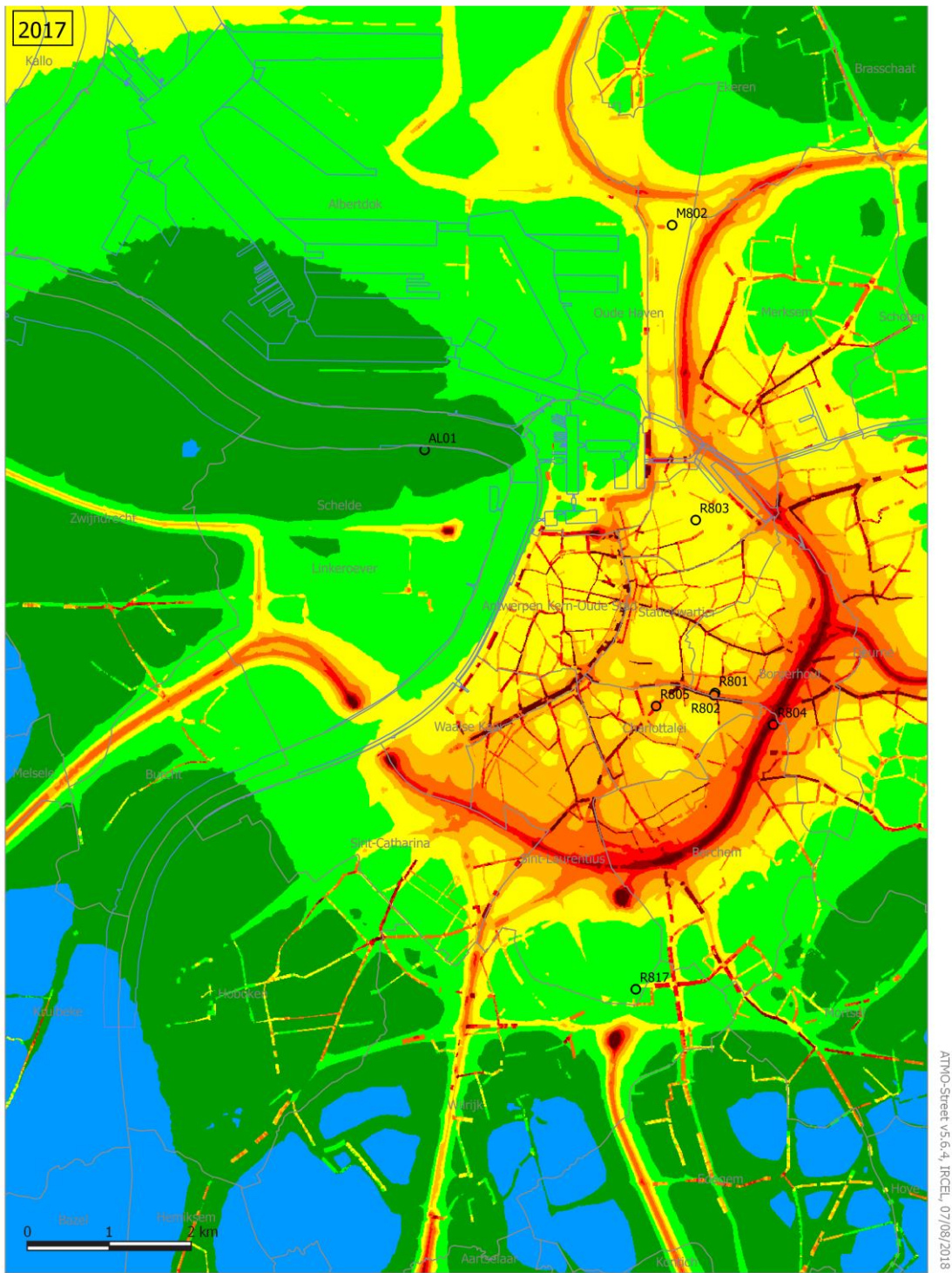
Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model zijn te vinden onder paragraaf 2.2.3 en bijlage 6. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2017 de meest recent beschikbare emissiedata van 2016 werden gebruikt. Een mogelijk effect van de LEZ weerspiegelt zich dus alsnog niet in de gemodelleerde resultaten.

Op Figuur 95 zien we dat de hoogste concentraties zwarte koolstof samenvallen met de belangrijkste verkeersassen. De ruimtelijke verschillen in de gemodelleerde concentraties zijn groter dan voor PM_{10} en $PM_{2,5}$. Dit komt omdat concentraties van zwarte koolstof in grotere mate bepaald worden door lokale bronnen.

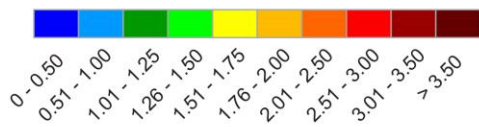
Dankzij de uitbreiding van de OSPM-module kan het model de concentraties op verkeersdrukke plaatsen en in *street canyons* beter inschatten.



Figuur 95: Gemodelleerd jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2017



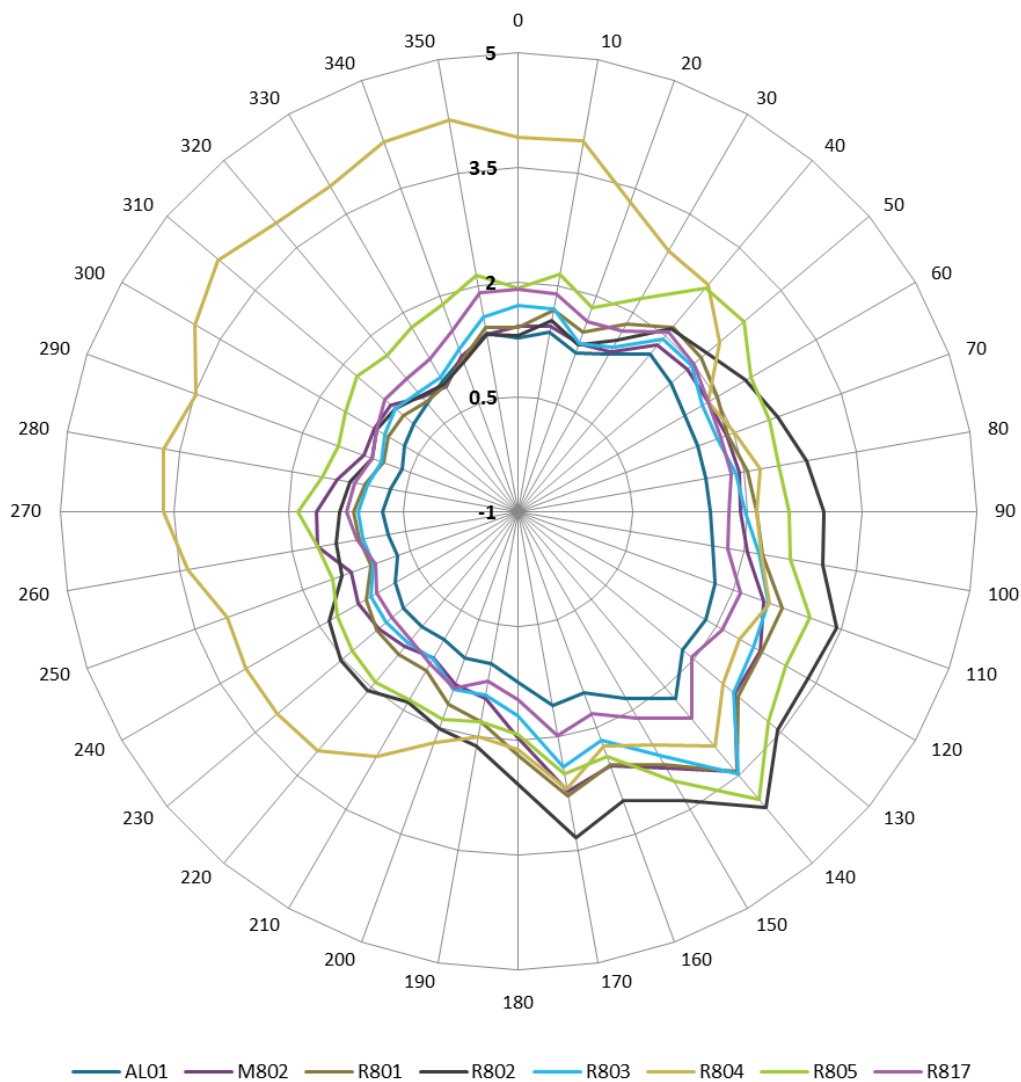
Jaargemiddelde zwarte koolstof berekend met ATMO-Street ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistieken. Het effect van street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof door verkeer niet.

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

Figuur 96: Pollutieroos voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Op Figuur 96 zien we dat op de meetplaats Linkeroever (AL01) bij wind vanuit quasi alle richtingen de laagste concentraties zwarte koolstof worden gemeten.

Op Figuur 96 zien we duidelijk dat de hoogste concentraties van zwarte koolstof worden gemeten aan de Antwerpse Ring (R804) bij wind vanuit het zuidwesten tot het noorden. Dit zagen we ook bij de NO_2 - en NO -rozen. Bij deze windrichtingen wordt de invloed van de Ring gemeten.

Op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) meten we vanuit het noordoosten tot het westen verhoogde concentraties. We meten hier niet enkel de invloed van de Plantin en Moretuslei op 7,5 m ten zuiden van de meetplaats, maar ook de invloed van de Montensstraat gelegen in oostelijke richting. Op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) op 30 m van de straatkant zien we verhoogde concentraties vanuit zuidelijke richting. In vergelijking met de meetplaats aan de straatkant zijn de concentraties wel altijd lager, behalve bij wind vanuit noordelijke richting. Het feit dat de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) meer is afgeschermd van de Montensstraat door een hoog gebouw, verklaart wellicht de lagere concentraties bij wind uit oostelijke richting in vergelijking met het station aan de straatkant (R802).



De concentraties vanuit quasi alle richtingen zijn, zonder de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en de meetplaats aan de Ring (R804) in beschouwing te nemen, het hoogst op de meetplaats Belgiëlei (R805). Dit meetstation ligt op de middenberm van de Belgiëlei en wordt omgeven door verkeer.

Ten zuiden van de meetplaats Luchtbal (M802) ligt de Havanastraat. Ten westen van deze meetplaats ligt de Noorderlaan. In deze richting zijn ook parkeerplaatsen gelegen. Net zoals we zagen bij NO₂ zijn mogelijks de verhoogde concentraties bij wind vanuit het westen hieraan de wijten.

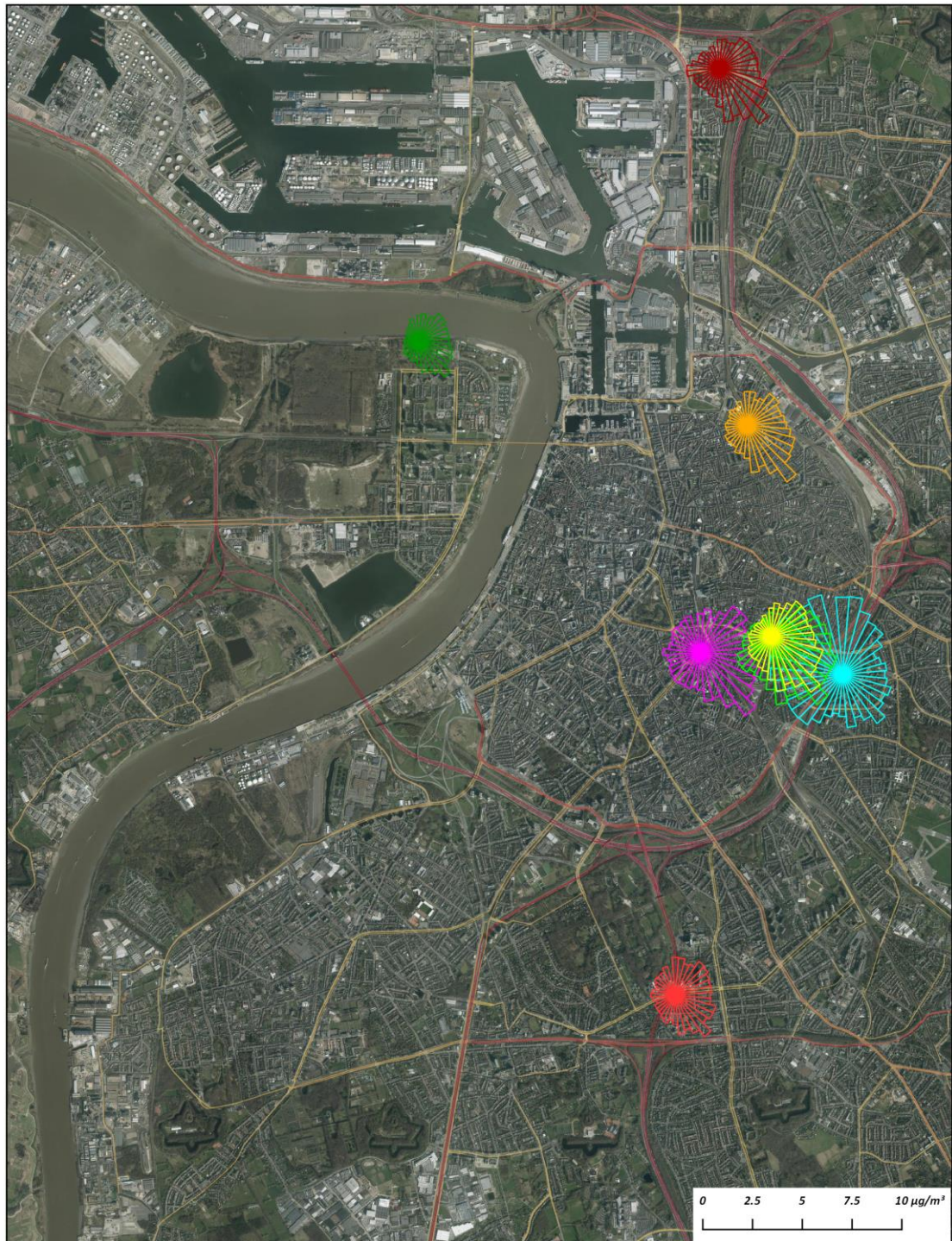
Op de meetplaats Groenenborgerlaan (R817) zien we iets hogere waarden in noordelijke richting door de aanwezigheid van de verkeersas Groenenborgerlaan.

Op de meetplaats Park spoor Noord (R803) zien we bij wind vanuit zuidelijke richting invloed van het verkeer op de Viséstraat.

Figuur 97 toont de pollutierozen voor zwarte koolstof voor 2017 op kaart.

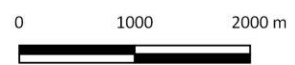


Figuur 97: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2017



Pollutierozen zwarte koolstof op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2017

- | | | |
|--|--|---|
| AL01 | R802 | R805 |
| M802 | R803 | R817 |
| R801 | R804 | |



2.3.4 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof en PM₁₀

2.3.4.1 Methode

Op alle meetplaatsen opgericht bij het invoeren van de LEZ gebeurden de metingen van zwarte koolstof eind 2017 met een aethalometer (Magee AE33). Onderstaande tabel geeft de datum weer van de ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen.

Tabel 26 : Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen

Meetplaats	Adres	Datum ingebruikname aethalometer
R803: Antwerpen-Park spoor Noord	Viséstraat, Antwerpen	06/07/2017
R804: Antwerpen-Ring	Afrit Borgerhout	01/11/2016
R805: Antwerpen-Belgiëlei	Belgiëlei, Antwerpen	03/03/2017
R817: Antwerpen-Groenenborgerlaan	Groenenborgerlaan, Antwerpen	01/11/2015

De aethalometer Magee AE33 meet de absorptie van het licht door zwarte koolstof bij verschillende golflengten, van ultraviolet tot infrarood. De lichtabsorptie door de deeltjes afkomstig van houtverbranding en afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen tonen een verschillende afhankelijkheid van de gebruikte golflengte. Historisch gezien wordt zwarte koolstof bij een aethalometer bepaald bij infraroodlicht van 880 nm.

Het toestel bepaalt eveneens de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof (BC) door middel van de aethalometermethode⁸. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding en afkomstig van fossiele brandstoffen. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen associëren we vooral met dieselroet.

$$BC = BC_{wb} + BC_{ff}$$

wb = woodburning
ff = fossil fuel

De VMM⁹ bepaalde de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ in het verleden aan de hand van de concentratie levoglucosan. Deze organische verbinding is een pyrolyseproduct van cellulose en vormt een goede tracer voor de verbranding van biomassa.

De inschatting van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ gebeurde in het verleden aan de hand van een factor 10,7 gebaseerd op onderzoek in Oostenrijk¹⁰. In een recente publicatie¹¹ gebaseerd op Vlaamse data werd ingeschat dat de factor van 10,7 te laag is en werd een nieuwe factor van 22,56 vooropgesteld. Het verschil tussen de oude en de nieuwe factor kan gedeeltelijk verklaard worden

⁸ J. Sandradewi et al. (2008), Using Aerosol Light Absorption Measurements for the Quantitative Determination of Wood Burning and Traffic Emission Contributions to Particulate Matter, Environmental Science & Technology 42 (9), 3316-3323

⁹ VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

VMM (2013), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2011-2012

¹⁰ C. Schmidl et al. (2008), Chemical characterisation of fine particle emissions from wood stove combustion of common woods grown in mid-European Alpine regions, Atmospheric Environment 42 (2008), 126-141

¹¹ W. Maenhout et al. (2016), Sources of the PM₁₀ aerosol in Flanders, Belgium, an re-assessment of the contribution from wood burning, Science of the Total Environment, 562, 550-560

vanwege het feit dat de nieuwe factor ook secundair stof in rekening brengt. VITO¹² gebruikte deze nieuwe factor in een recente studie in Dessel betreffende de bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging door burgers. Vergelijking met andere methoden voor het berekenen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ toonde aan dat vermenigvuldiging van de levoglucosanconcentraties met de factor 22,56 behoorde tot de meest waarschijnlijke methoden voor het bepalen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀.

De studie van VITO vond een goede correlatie tussen de concentratie levoglucosan en de concentratie zwarte koolstof te wijten aan de verbranding van hout. Ze vonden de volgende relatie:

$$\text{Levoglucosan } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,5 \times \text{BC}_{\text{wb}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

We gebruiken in dit rapport deze gevonden relatie voor het berekenen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie. De gebruikte formule wordt dan :

$$\text{PM}_{10_wb} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 22,56 \times 0,5 \times \text{BC}_{\text{wb}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

De formule geeft ook aan dat de 'black carbon' van houtverbranding maar ca. 10% bedraagt van de totale bijdrage van houtverbranding aan fijn stof. Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon') en organische koolstof. Omdat er nog teveel onzekerheden gepaard gaan met de schatting van de totale bijdrage van verkeer aan PM₁₀ beperken we ons hier tot het aandeel van verkeer aan zwarte koolstof.

2.3.4.2 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof en PM₁₀

In Figuur 98 tot Figuur 101 zien we voor 2017 per maand de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof. In Figuur 102 tot Figuur 105 wordt de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ weergegeven. Zoals hierboven aangegeven bestaat de bijdrage van houtverbranding aan fijn stof maar voor een klein deel uit zwarte koolstof. Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon') en organische materiaal. De bijdrage van verkeer aan PM₁₀ bestaat voor een groter deel uit zwarte koolstof. De bijdrage van verkeer aan organisch materiaal is met de gebruikte apparatuur echter niet te bepalen.

Fijn stof afkomstig van houtverbranding bestaat uit deeltjes afkomstig van onvolledige verbranding. Dit fijn stof is waarschijnlijk even schadelijk als fijn stof afkomstig van andere verbrandingsbronnen zoals het verkeer¹³.

De concentraties zwarte koolstof en PM₁₀ afkomstig van houtverbranding zijn duidelijk hoger in de wintermaanden in vergelijking met de zomermaanden¹⁴.

We zien dat de concentraties zwarte koolstof afkomstig van verkeer ook iets hoger zijn in de wintermaanden in vergelijking met de zomermaanden. In de wintermaanden hebben we vaker meteorologische omstandigheden - zoals temperatuursinversies - waarbij de luchtverontreiniging minder goed verdund wordt.

Tabel 27 geeft de absolute en de relatieve bijdrage van houtverbranding aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof en aan PM₁₀ en dit voor de winter- en zomermaanden van 2016 en 2017 en voor gans 2016 en 2017. Enkel perioden met 90 % gegevensvastlegging worden weergegeven.

¹² M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

¹³ B. Brunekreef et al. (2012), Ten principles for clean air. Eur Resp J 2012; 39 :525-528

¹⁴ wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

Voor gans 2017 bedroeg de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof op de meetplaatsen Antwerpen-Ring (R804) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) respectievelijk 0,09 en 0,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} op deze meetplaatsen bedroeg in 2017 respectievelijk 1,1 en 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In de wintermaanden van 2017 bedroeg de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof op de meetplaatsen Antwerpen-Ring (R804) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) respectievelijk 0,28 en 0,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} op deze meetplaatsen bedroeg respectievelijk 2,0 en 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ter vergelijking : tijdens een meetperiode van 4 december 2015 tot en met 31 januari 2016 op 4 meetplaatsen in Dessel werd er volgens dezelfde methodiek een bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof gevonden tussen de 0,34 en 0,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Aangezien op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804) ongeveer 2 keer zoveel zwarte koolstof wordt gemeten en ook iets meer PM_{10} , zijn de verschillen in relatieve bijdragen tussen de 2 meetplaatsen groter.

Voor gans 2017 bedroeg de relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof op de meetplaatsen Antwerpen-Ring (R804) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) respectievelijk 3 en 13 %. De relatieve bijdrage aan PM_{10} bedroeg in 2017 respectievelijk 4 en 9 %.

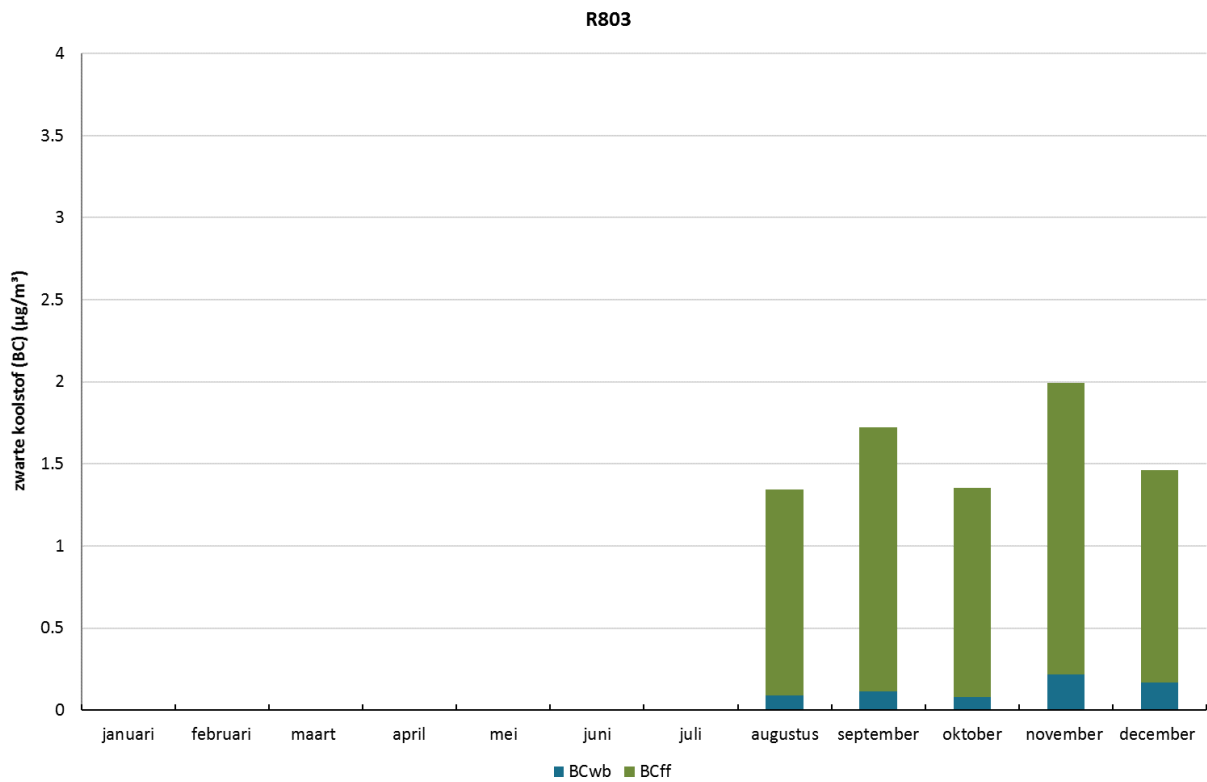
In de wintermaanden van 2017 bedroeg de relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof op de meetplaatsen Antwerpen-Ring (R804) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) respectievelijk 5 en 18 %. De relatieve bijdrage aan PM_{10} bedroeg tijdens de wintermaanden van 2017 respectievelijk 7 en 15 %.

In de voorstedelijke omgeving van de meetplaats R817 aan de Groenenborgerlaan stellen we op basis van deze metingen dus meer houtverbranding vast dan op de meetplaats R804 aan de Ring. Wanneer we in de toekomst beschikken over volledige datareeksen op alle meetplaatsen, zal een betere vergelijking kunnen gebeuren tussen de bijdragen van houtverbranding aan luchtverontreiniging in een stedelijke en voorstedelijke omgeving.

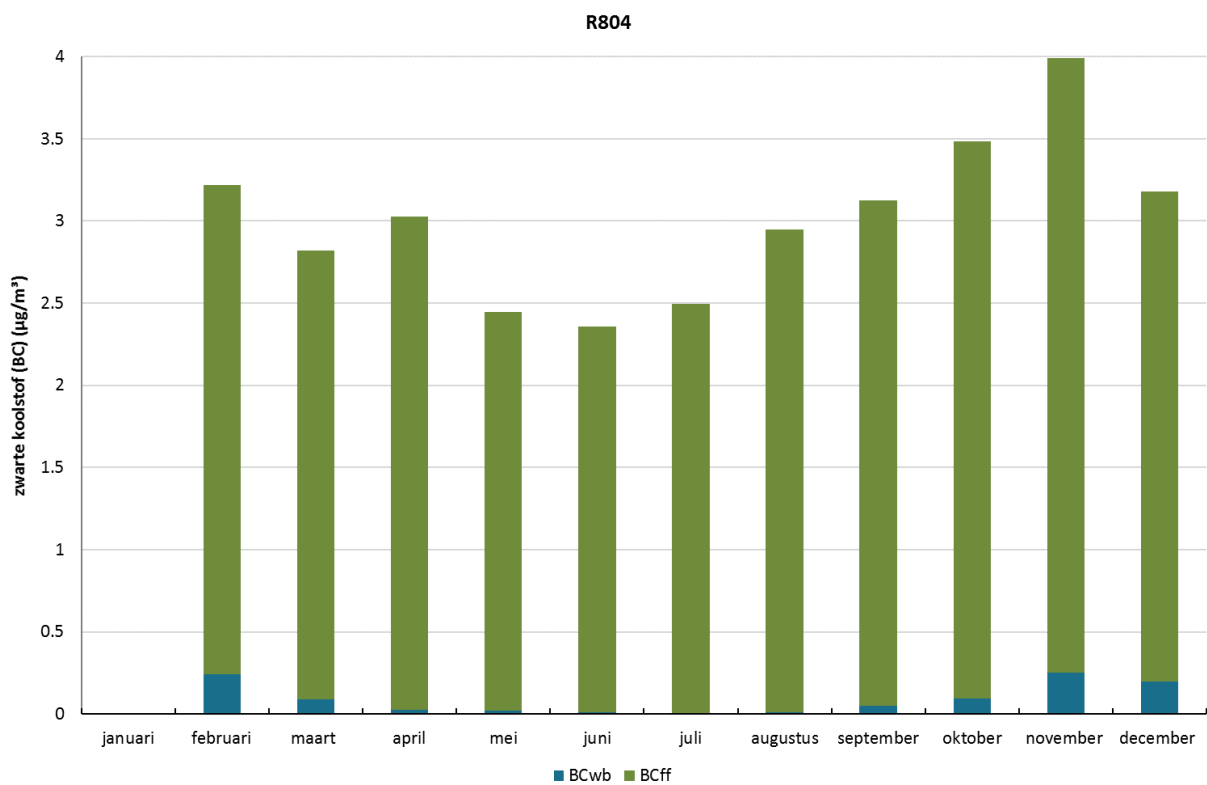
Tabel 27 : Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof en PM_{10} en dit voor de winter- en zomermaanden van 2016 en 2017 en voor gans 2016 en 2017

meetplaats	periode	BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	BC _{ff} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	BC _{wb} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% BC _{wb} in BC	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{10_wb} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM _{10_wb} in PM ₁₀
R817	winter 2016	1,83	1,56	0,28	15	24,3	3,1	13
R817	zomer 2016	1,31	1,25	0,06	5	21,8	0,7	3
R804	winter 2017	3,29	3,11	0,18	5	28,5	2,0	7
R817	winter 2017	1,71	1,40	0,31	18	23,6	3,5	15
R804	zomer 2017	2,74	2,71	0,02	1	22,6	0,2	1
R805	zomer 2017	1,77	1,75	0,02	1	21,4	0,3	1
R817	zomer 2017	1,23	1,17	0,06	5	20,6	0,7	3
R817	2016	1,57	1,40	0,17	11	23,1	1,9	8
R804	2017	2,99	2,90	0,09	3	25,5	1,1	4
R817	2017	1,48	1,29	0,19	13	22,1	2,1	9

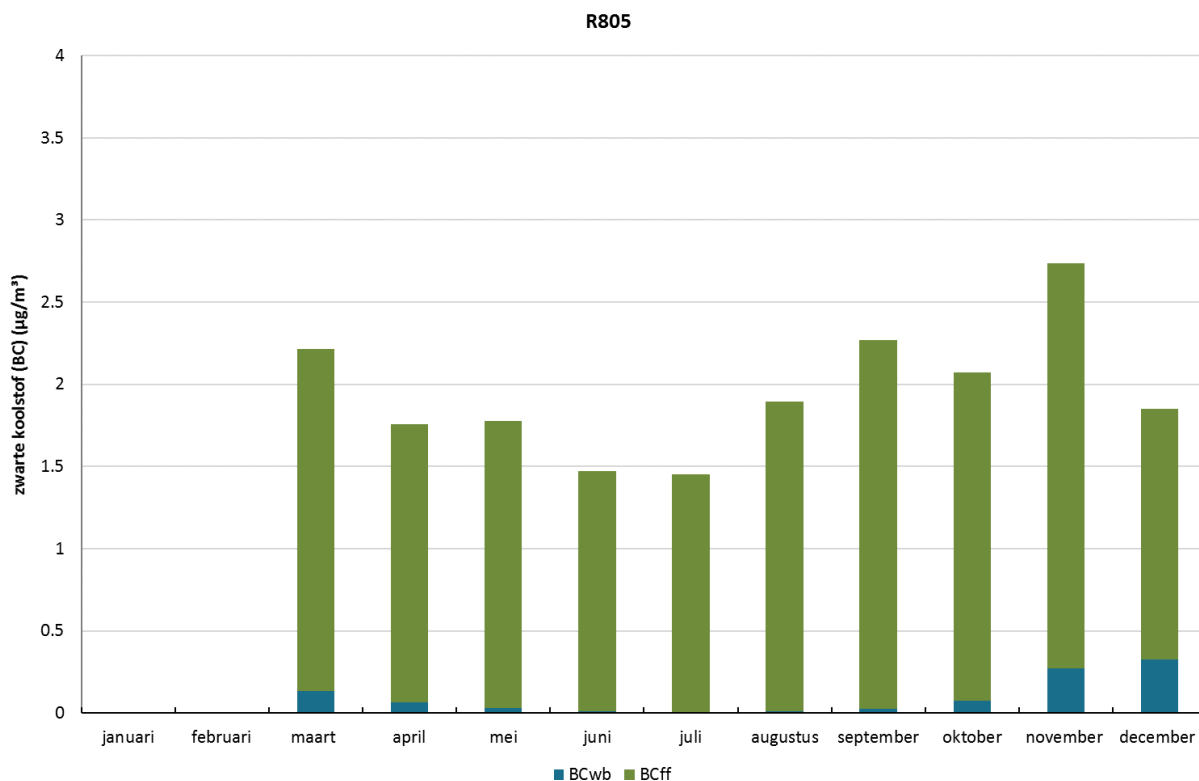
Figuur 98: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Park Spoor Noord (R803)



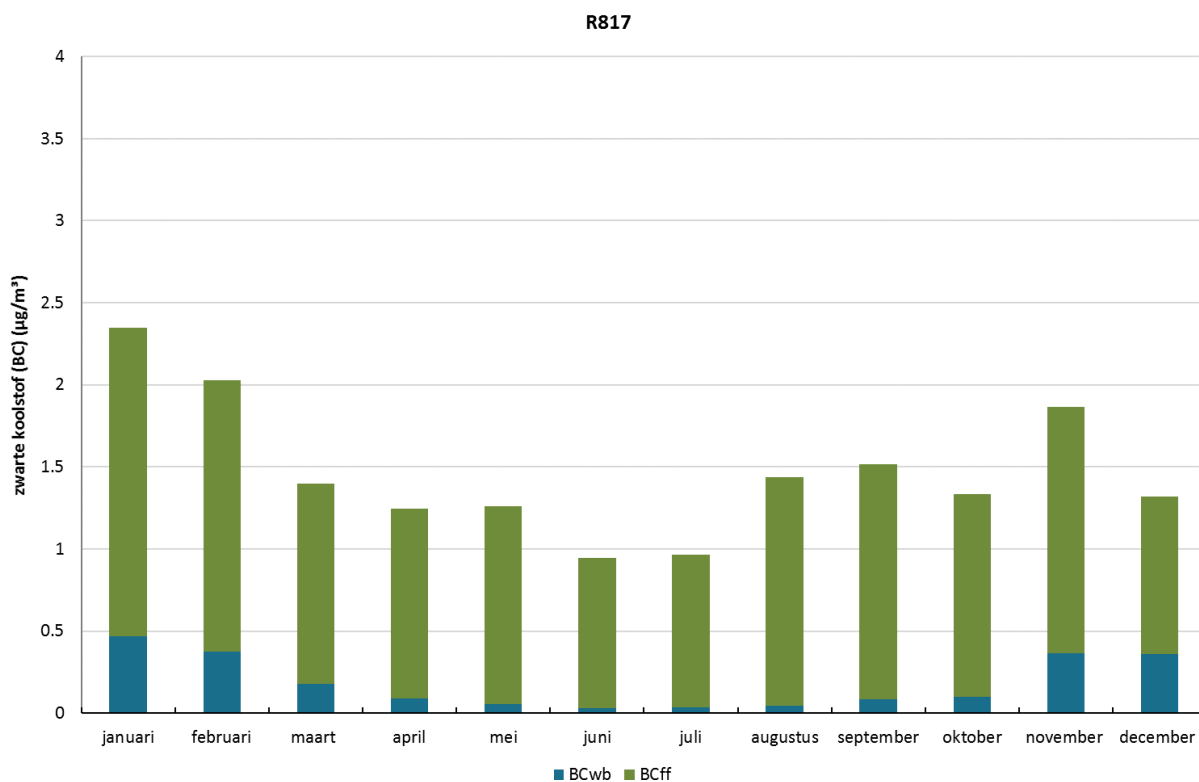
Figuur 99: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804)



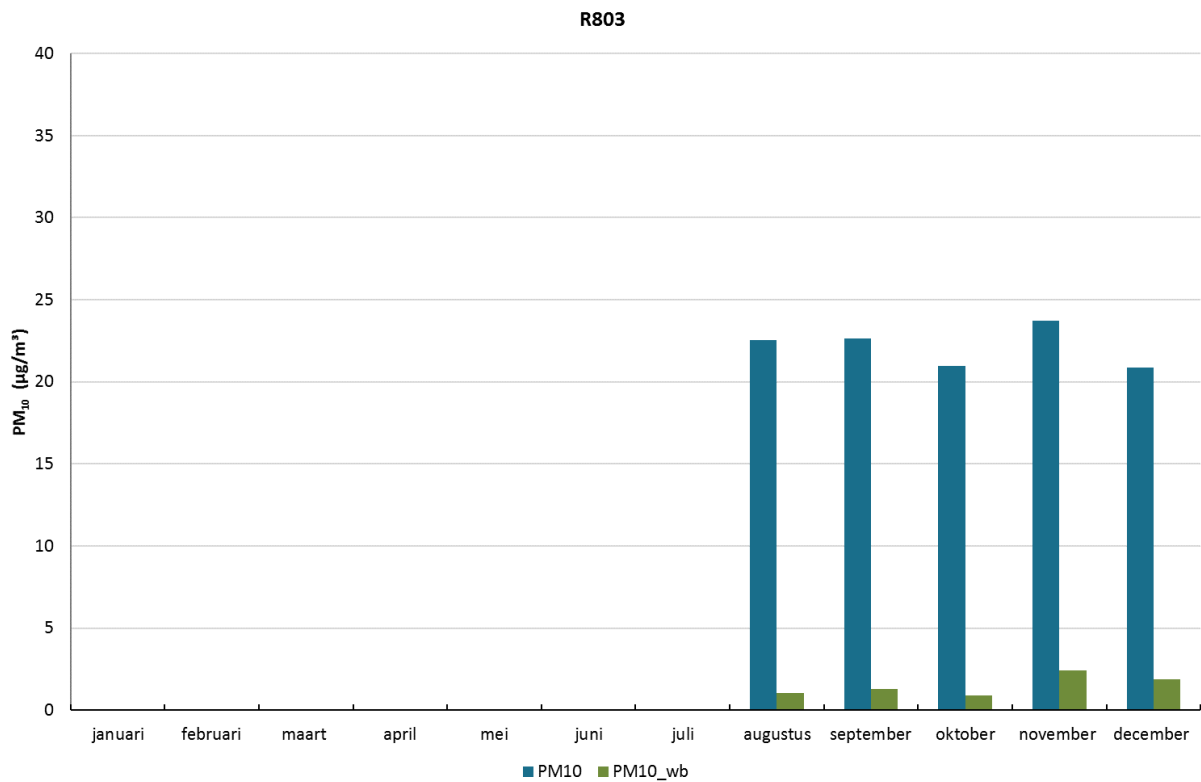
Figuur 100: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805)



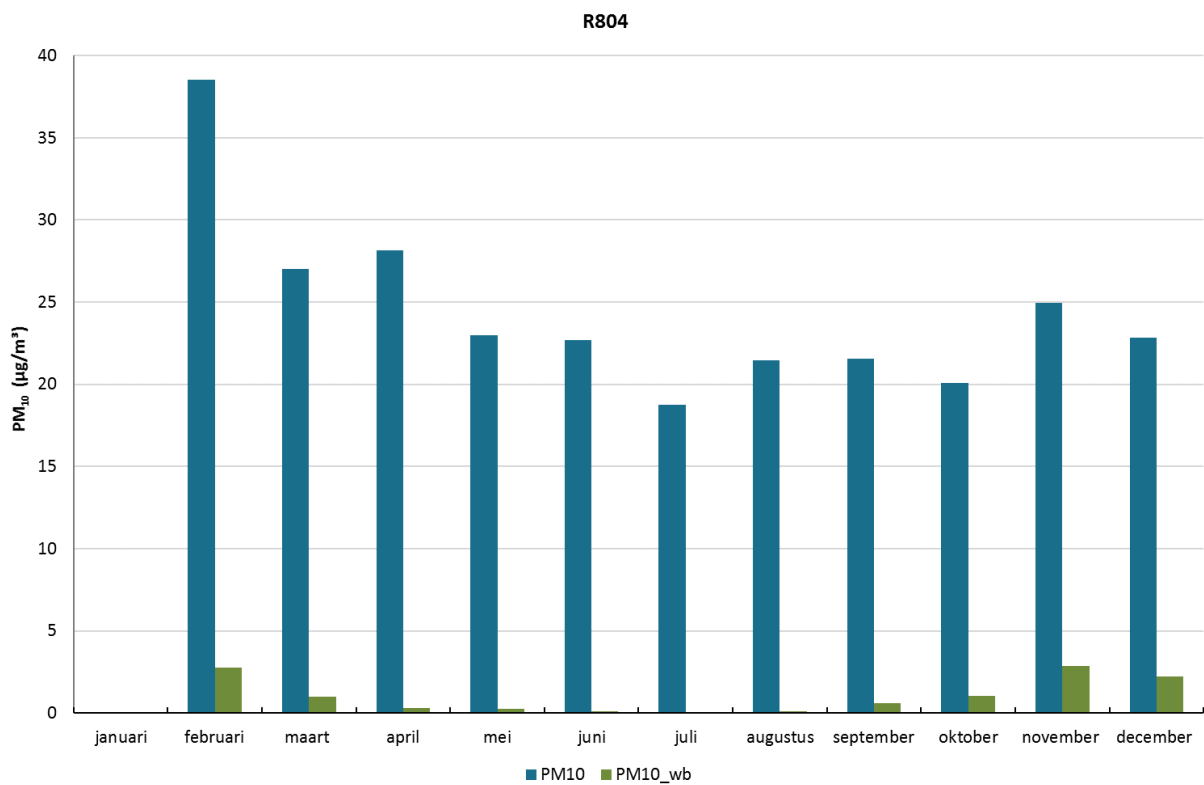
Figuur 101: Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817)



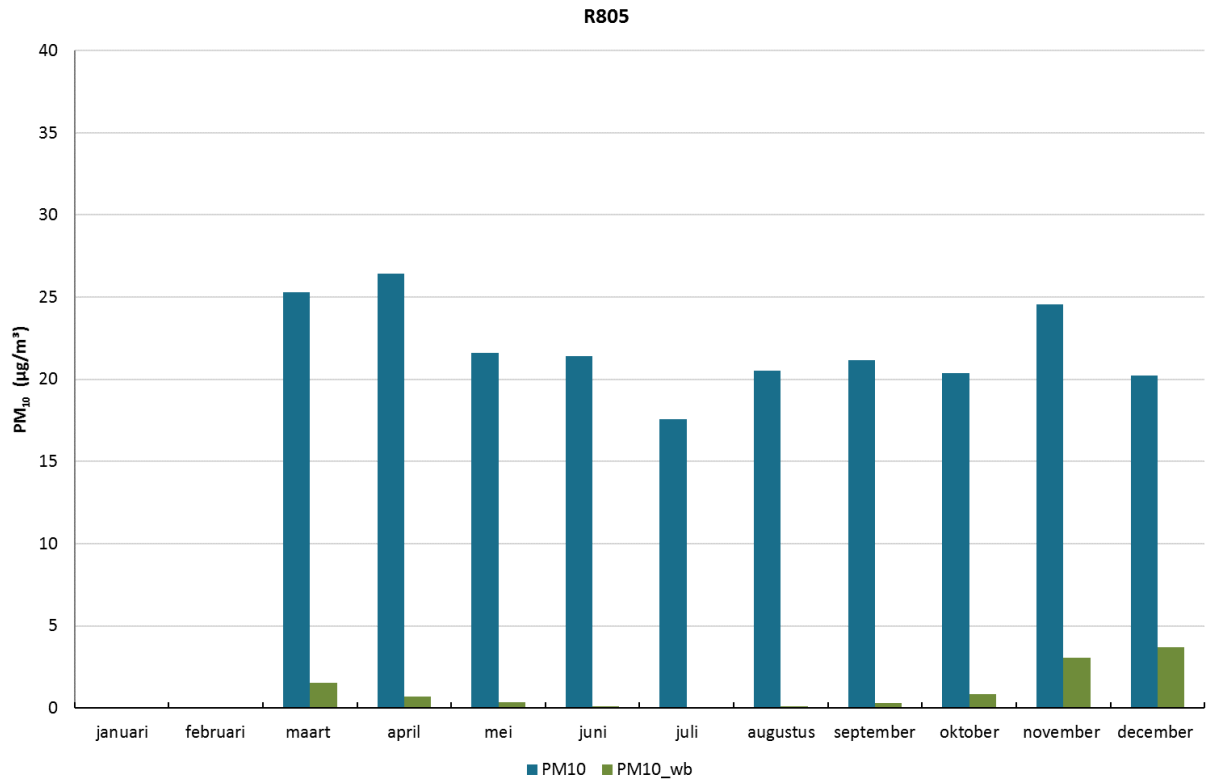
Figuur 102: PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Park Spoor Noord (R803)



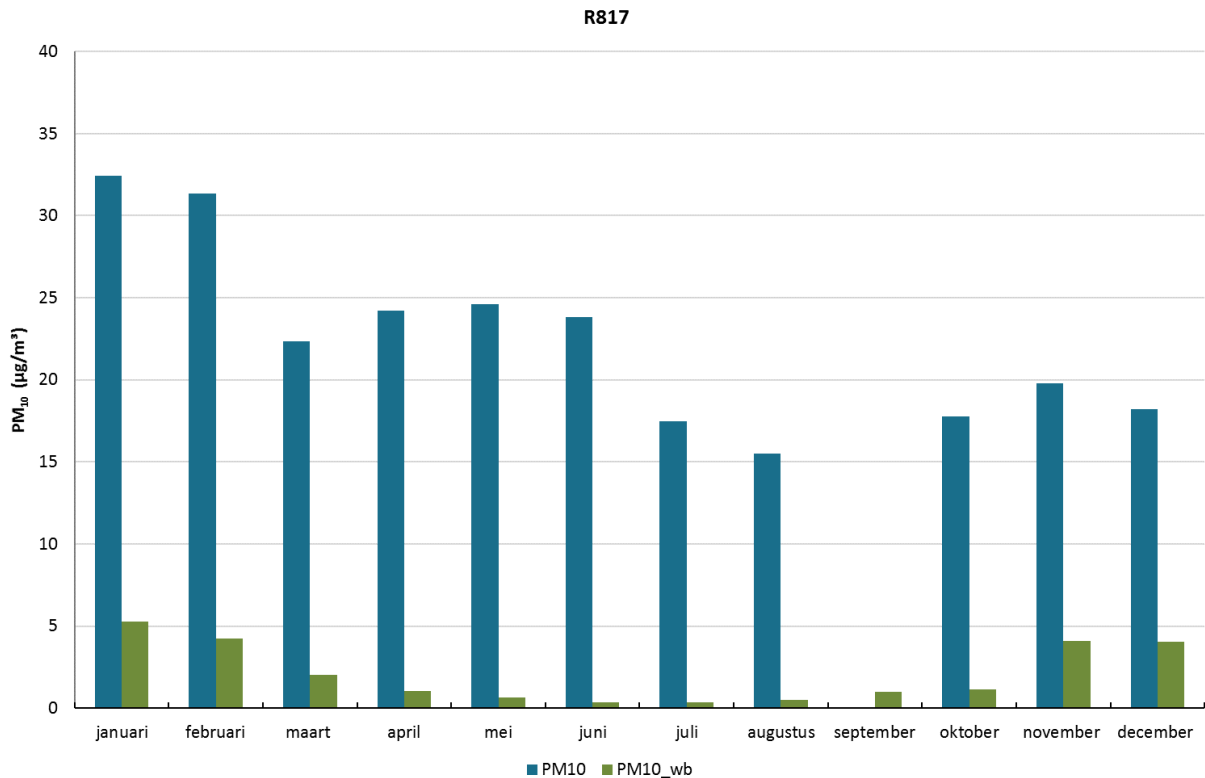
Figuur 103: PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804)



Figuur 104: PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805)



Figuur 105: PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ in 2017 op de meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817)



2.3.4.3 Dagverloop in de winter- en zomermaanden

Figuur 106 en Figuur 107 geven voor alle dagen van de week het verloop¹⁵ van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en afkomstig van fossiele brandstoffen. Figuur 106 geeft het verloop voor de wintermaanden van 2017 en Figuur 107 voor de zomermaanden van 2017. Enkel de meetplaatsen met minstens 90 % gegevensvastlegging voor deze perioden worden meegenomen.

De hoogste concentraties zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding in de winter worden 's avonds gemeten. Vooral op de meetplaats Groenenborgerlaan (R817) zijn de concentraties gemiddeld hoger tijdens het weekend in vergelijking met wekdagen. In de zomer zijn de concentraties veel lager en zien we quasi dezelfde concentraties over de dag.

In het verloop van de concentraties zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen zien we in de week een ochtend- en een avondpiek. De avondpiek was wel meer uitgesproken tijdens de wintermaanden. Tijdens weekenddagen zien we enkel een avondpiek. De concentraties waren lager tijdens het weekend dan tijdens de week.

Figuur 108 en Figuur 109 geven voor alle dagen van de week het verloop van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding en het verloop van PM₁₀. Ook hier tonen we een figuur met het verloop voor de wintermaanden en een figuur voor de zomermaanden van 2017 en weerhouden we enkel de meetplaatsen met minstens 90 % gegevensvastlegging.

¹⁵ Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

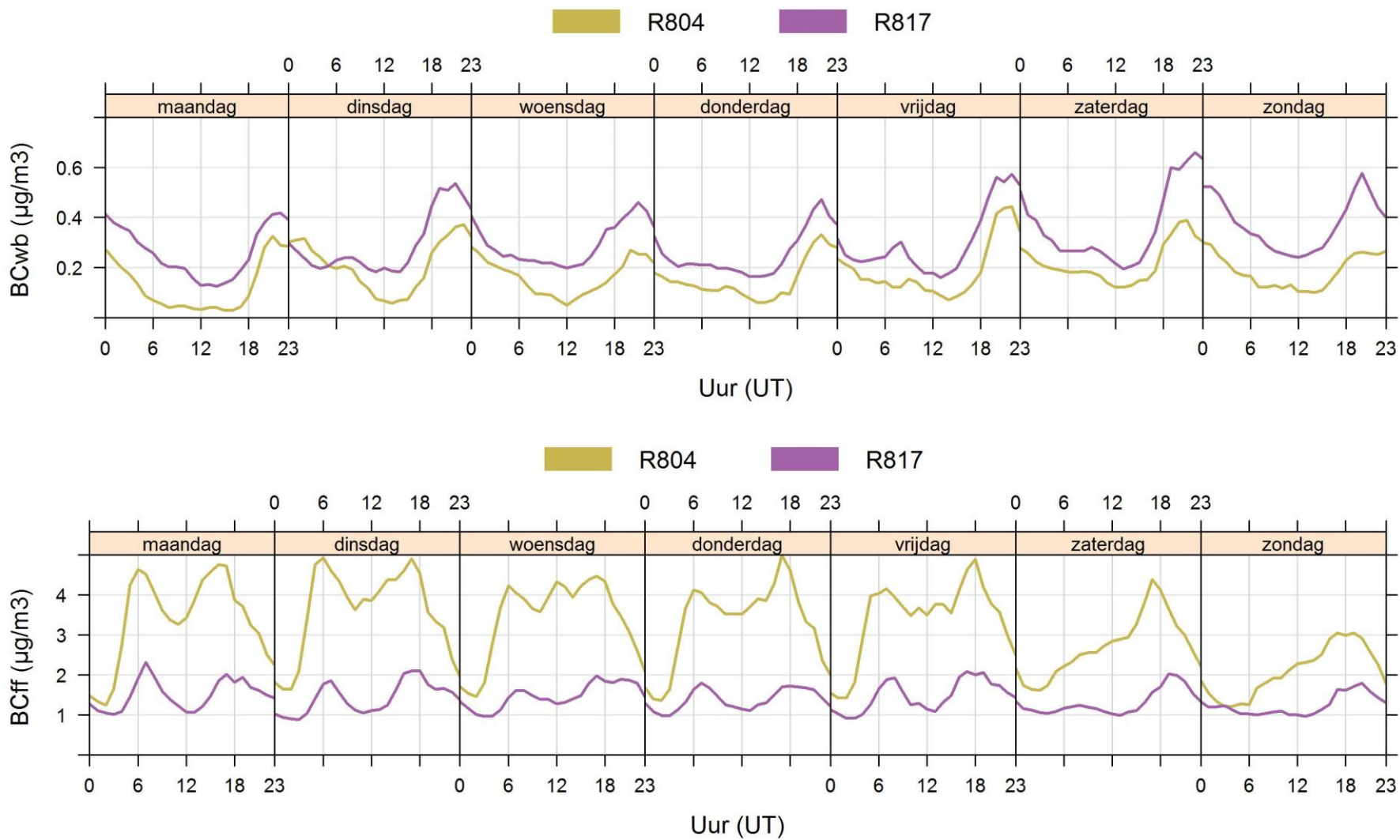
— In de winter verschilt UT 1 uur met lokale tijd, bij voorbeeld 2 uur UT = 3uur lokale tijd

— In de zomer verschilt UT 2 uur met lokale tijd, bijvoorbeeld 2 uur UT = 4 uur lokale tijd

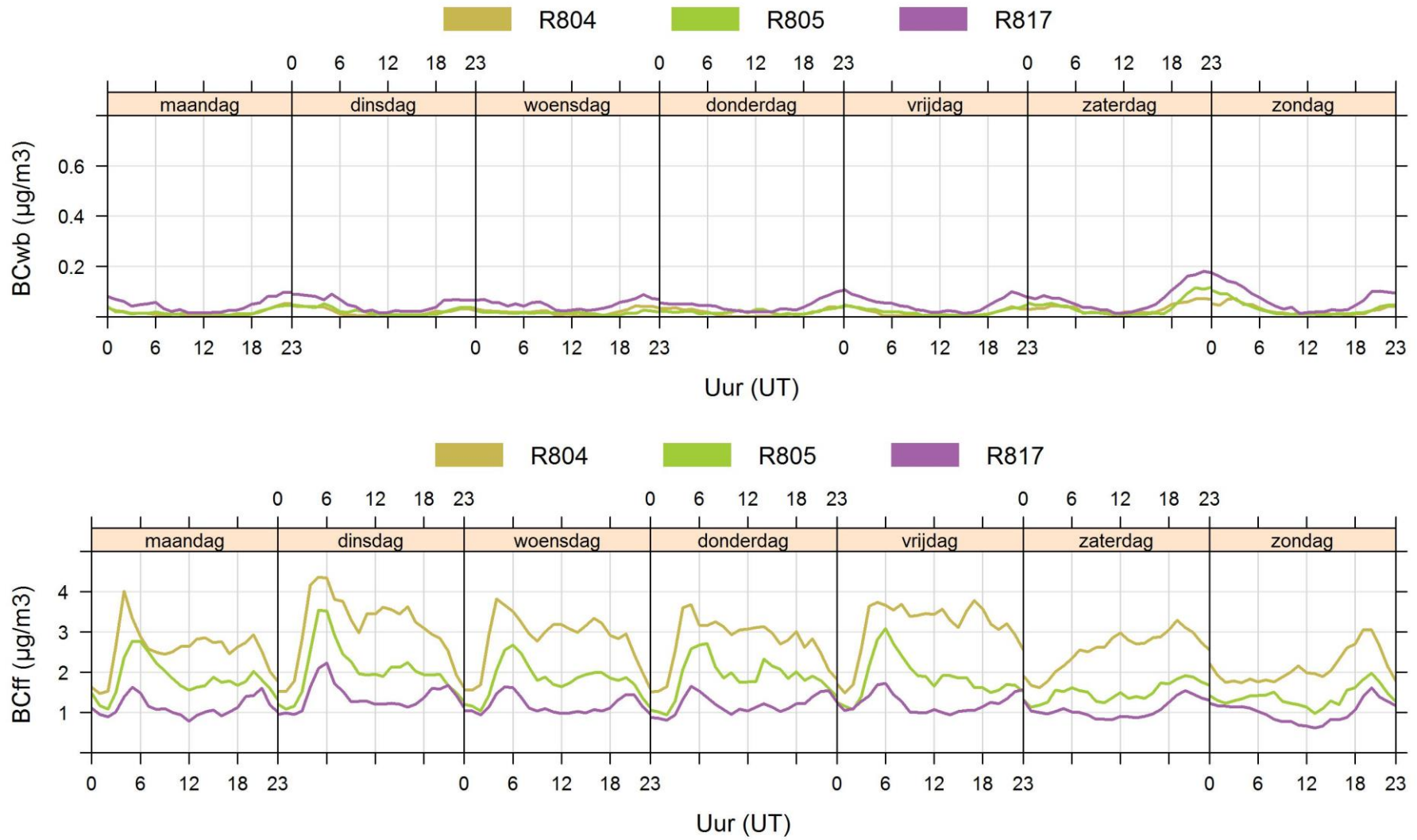
De concentraties PM₁₀ variëerden weinig over de de dag. Wel werden er in het weekend iets lagere concentraties gemeten en dit zowel tijdens de winter- als tijdens de zomermaanden. PM₁₀ afkomstig van houtverbranding werd berekend uit de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding volgens de formule vermeld onder 2.3.4.1. Het verloop is bijgevolgd identiek aan het verloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding. Op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804) zien we voor PM₁₀ een piekje op donderdag in de voormiddag tijdens de wintermaanden en tijdens de middag op dinsdag in de zomermaanden. Deze zijn telkens te wijten aan verhoogde PM₁₀-concentraties gedurende één uur op deze meetplaats.



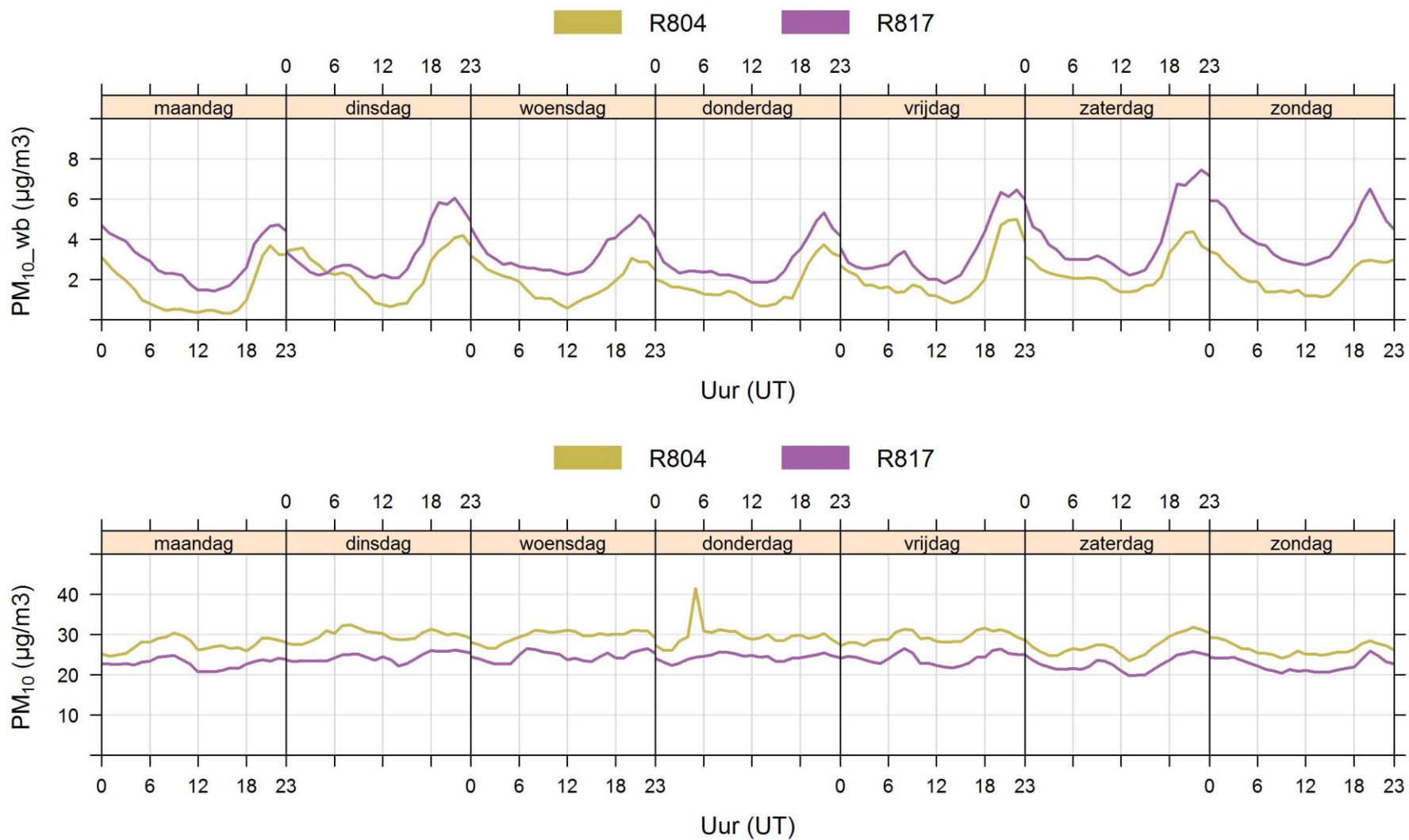
Figuur 106: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de wintermaanden 2017



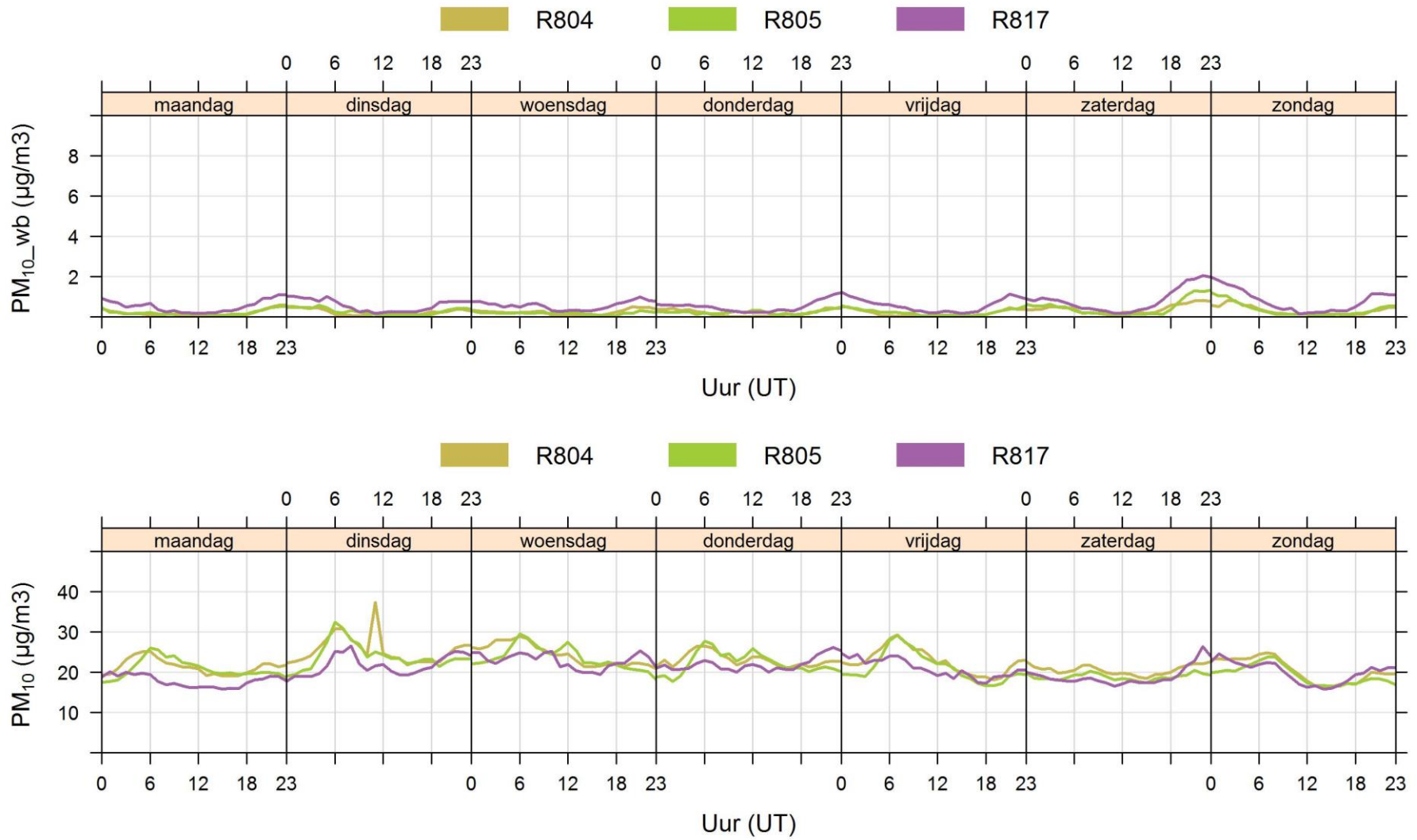
Figuur 107: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de zomermaanden 2017



Figuur 108: Dagverlopen van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ voor de wintermaanden 2017



Figuur 109: Dagverlopen van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ voor de zomermaanden 2017

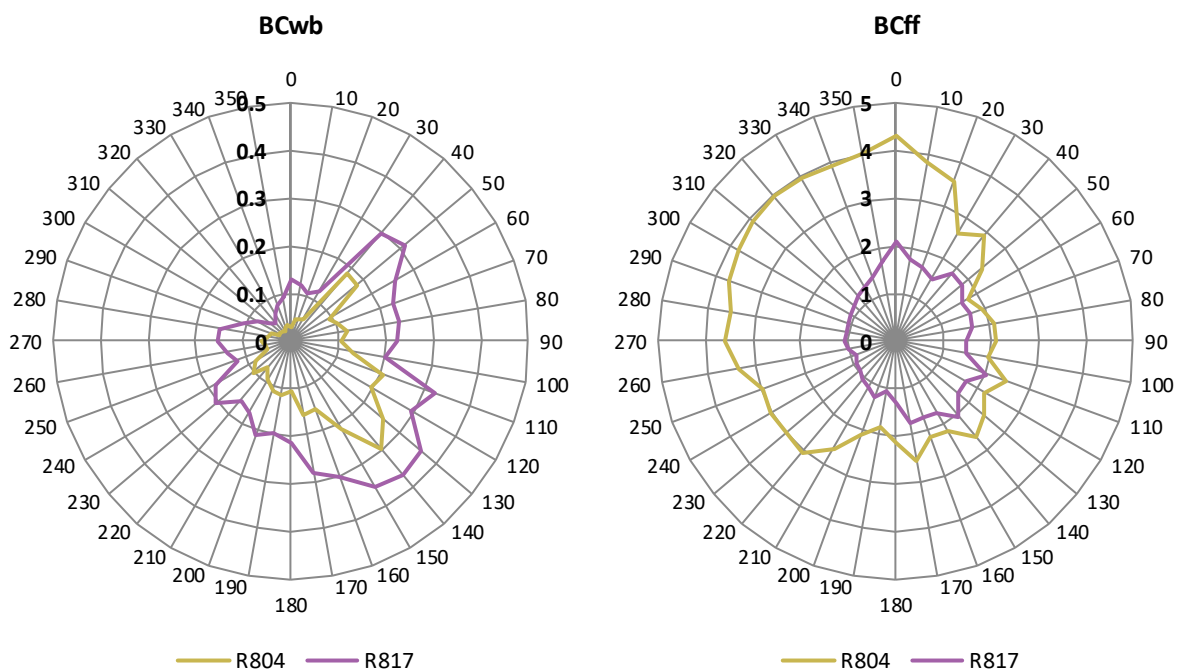


2.3.4.4 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 110 geeft voor de meetplaatsen Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) en Antwerpen-Ring (R804) (met minstens 90 % gegevensvastlegging) de concentraties zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en van fossiele brandstof weer in functie van de windrichting voor 2017. De hoogste concentraties zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding werden op deze meetplaatsen gemeten bij wind vanuit het zuidoosten. Voor beide meetplaatsen liggen in deze windrichting woonwijken. In een vroegere studie¹⁶ naar houtverbranding zagen we weliswaar ook op alle meetplaatsen verhoogde bijdragen van houtverbranding uit deze windrichting. Deze verhoogde concentraties zijn mogelijk deels te wijten aan invoer van buiten Vlaanderen. Ook bij wind vanuit noordoostelijke richting zien we verhoogde concentraties.

De pollutierozen van zwarte koolstof afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen zijn totaal verschillend van deze van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding. De hoogste concentraties op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804) maten we bij wind van over de Ring. Op de meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) maten we de hoogste concentraties bij wind vanuit noordelijke richting.

Figuur 110: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en voor zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) in 2017 (µg/m³)

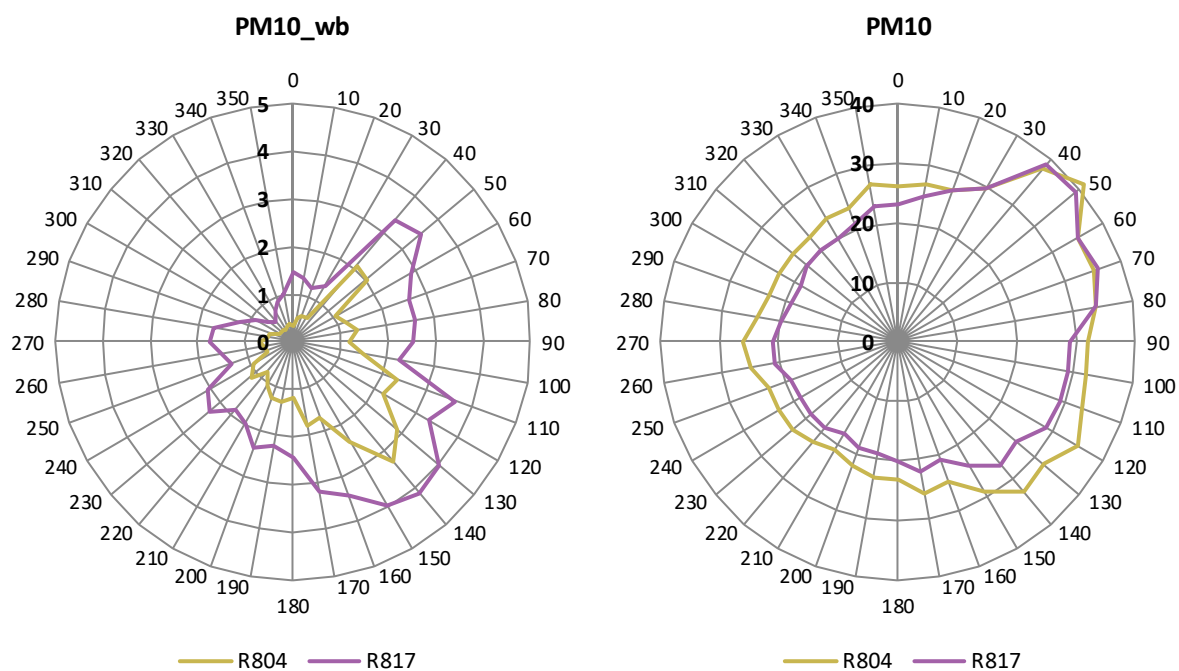


Figuur 111 geeft voor dezelfde meetplaatsen de pollutierozen voor PM₁₀ afkomstig van houtverbranding en ter vergelijking deze van totaal PM₁₀. Aangezien PM₁₀ afkomstig van houtverbranding werd berekend uit de zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding volgens de formule vermeld onder 2.3.4.1 is de vorm van de pollutieroos identiek. De hoogste concentraties PM₁₀ afkomstig van houtverbranding en totaal PM₁₀ werden gemeten bij wind vanuit oostelijke richting. De hoogste concentraties werden voor totaal PM₁₀ evenwel gemeten bij wind uit noordoostelijke richting, de hoogste concentraties PM₁₀ afkomstig van houtverbranding bij wind vanuit zuidoostelijke richting.

¹⁶ VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010



Figuur 111: Pollutieroos PM afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ in 2017 (µg/m³)



2.4 Effect van de invoer van de lage-emissiezone op de concentraties

2.4.1 Inleiding

In de haalbaarheidsstudie¹⁷ die de stad Antwerpen liet uitvoeren voor de invoering van de lage-emissiezone werden slechts beperkte dalingen in de concentraties PM₁₀ en PM_{2,5} gemodelleerd ten gevolge van de invoering ervan. In de verdere bespreking kijken we bijgevolg enkel naar de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof. De grootste relatieve reducties werden gemodelleerd voor elementair koolstof wat net zoals zwarte koolstof een maat is voor roet¹⁸. Voor NO₂ is het te verwachten effect van de LEZ kleiner omdat nieuwe diesels nog altijd vrij veel NO₂ uitstoten (zie 2.2.1).

Om het effect van de invoering van de LEZ in Antwerpen te beoordelen zou men een vergelijking moeten kunnen uitvoeren van de trend van de concentraties binnen de LEZ met de trend van de concentraties binnen een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving. Op deze manier kan de impact van het weer en de vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen op de concentraties worden ingeschat en zou men een netto-effect van de LEZ kunnen berekenen.

In de praktijk blijft deze oefening moeilijk. Het aantal verkeersgerichte meetplaatsen in Vlaanderen in een stedelijke omgeving is beperkt en in vele steden zijn er ook diverse maatregelen aangekondigd met het doel de luchtkwaliteit te verbeteren. Voorbeelden hiervan zijn het circulatieplan in Gent en de aankondiging van een invoering van een LEZ in Gent en Mechelen. Deze maatregelen of initiatieven beïnvloeden uiteraard ook de concentraties in deze steden, waardoor een vergelijking met de trends binnen de LEZ van Antwerpen bemoeilijkt wordt. Daarnaast zal de LEZ in Antwerpen ook leiden tot een wijziging van het wagenpark buiten de LEZ en daar ook de concentraties beïnvloeden.

Ook binnen de LEZ zullen bepaalde verkeersmaatregelen, zoals bijvoorbeeld 'de Knip' in de Leien die startte in juni 2017, leiden tot andere verkeersstromen in de binnenstad en tot meer of minder verkeer in de omgeving van de meetplaatsen. Ten slotte moet ook rekening gehouden worden met het effect van het anticiperend gedrag van de mensen om te voldoen aan de voorwaarden van de LEZ. De invoering van de LEZ werd immers al 2 jaar eerder aangekondigd. Hierdoor zal het effect van de invoering dus al ten dele aanwezig geweest zijn voor de effectieve invoering op 1 februari 2017.

Om toch een eerste idee te hebben van het effect van de invoering van de lage-emissiezone op de concentraties, worden in dit gedeelte de concentraties van 2017 van de meetplaatsen in Antwerpen vergeleken met deze van 2016. We kijken of er verschillen zijn tussen de verschillende typen meetplaatsen. Eveneens worden de verschillen in concentraties tussen 2017 en 2016 van de meetplaatsen binnen de Antwerpse agglomeratie vergeleken met de verschillen in concentraties van de overige meetplaatsen in Vlaanderen.

¹⁷ Transport & Mobility Leuven (2012), Haalbaarheidsstudie voor invoering en beheer van lage emissiezone(s) in de stad Antwerpen

¹⁸ Het verschil tussen zwarte koolstof en elementair koolstof is vooral van meettechnische aard. Bij zwarte koolstof gebeurt de meting op basis van een optische methode, bij elementair koolstof gebruikt men een thermische methode.



2.4.2 Vergelijking 2017 ten opzichte van 2016

Jaargemiddelde concentraties in de Antwerpse agglomeratie

Zoals we in dit rapport reeds aangaven maten we in 2017 op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie lagere concentraties voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof in vergelijking met 2016.

Tabel 28 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2017 ten opzichte van 2016 voor NO₂ (µg/m³)

		Jaargemiddelde 2016	Jaargemiddelde 2017	Absolute daling	Relatieve daling
AL01	Antwerpen-Linkeroever	27,0	26,3	0,7	3 %
HB23	Hoboken	26,9	26,3	0,6	2 %
R801	Borgerhout-achtergrond	38,6	36,1	2,5	6 %
R802	Borgerhout-straatkant	45,0	42,4	2,6	6 %
R803	Antwerpen-Park Spoor Noord	32,1	31,4	0,7	2 %
R804	Antwerpen-Ring	-	54,4	-	-
R805	Antwerpen-Belgiëlei	42,6	40,3	2,3	5 %
R817	Antwerpen-Groenenborgerlaan	31,8	30,2	1,6	5 %

Tabel 29 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2017 ten opzichte van 2016 voor zwarte koolstof (µg/m³)

		Jaargemiddelde 2016	Jaargemiddelde 2017	Absolute daling	Relatieve daling
AL01	Antwerpen-Linkeroever	1,21	1,13	0,08	7 %
R801	Borgerhout-achtergrond	1,90	1,63	0,27	14 %
R802	Borgerhout-straatkant	2,50	2,02	0,48	19 %
R803	Antwerpen-Park Spoor Noord	1,61	1,52	0,09	6 %
R804	Antwerpen-Ring	-	2,99	-	-
R805	Antwerpen-Belgiëlei	2,28	2,08	0,20	9 %
R817	Antwerpen-Groenenborgerlaan	1,57	1,48	0,09	6 %

Uit Tabel 28, Tabel 29 en Figuur 112 blijkt dat de daling van de jaargemiddelde concentratie NO₂ en zwarte koolstof in 2017 in vergelijking met 2016 het grootst is op de meetplaatsen met de hoogste concentraties. Dit zijn de meetplaatsen die het sterkst beïnvloed worden door het verkeer. De meetplaats Havanastraat (M802) hebben we buiten beschouwing gelaten omdat deze beïnvloed wordt door een lokale of industriële bron.

Op de meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R802 en R801) en op de meetplaats aan de Belgiëlei (R805) zien we een daling van meer dan $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 . Voor de meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei is dit een daling van 6 %, voor de meetplaats aan de Belgiëlei is dit een daling van 5 %. Op de overige meetplaatsen ligt de absolute daling tussen de $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en de relatieve daling tussen de 2 % en 5 %

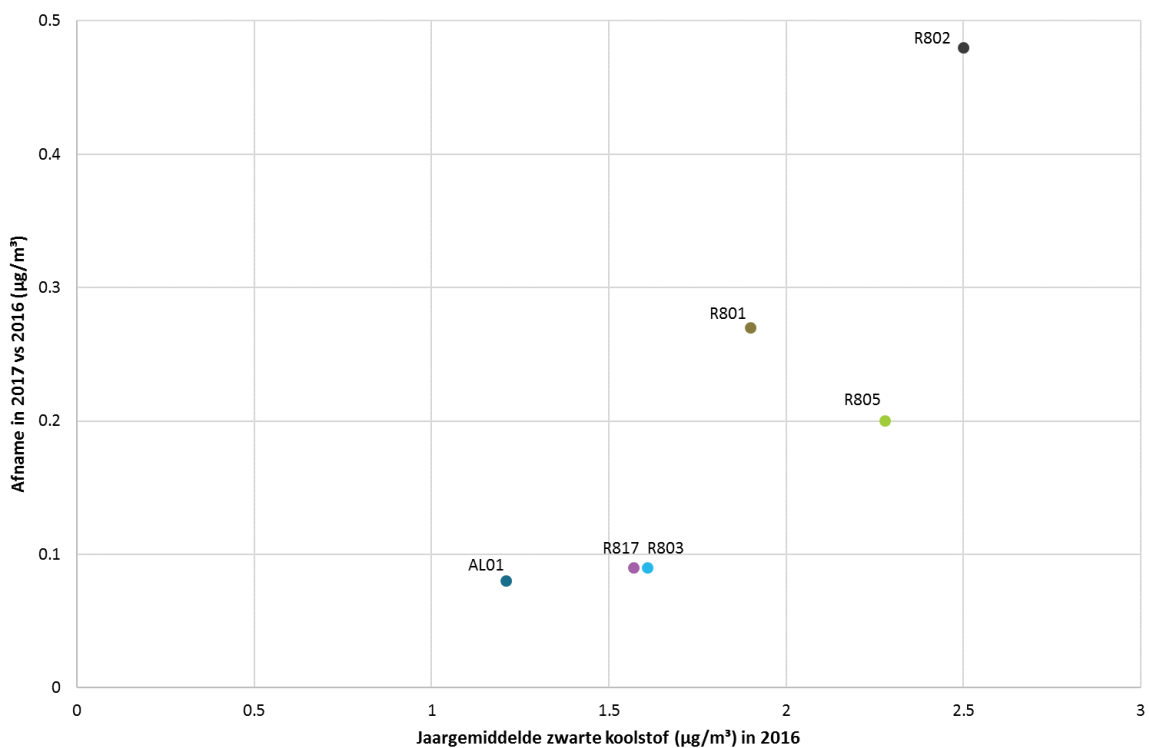
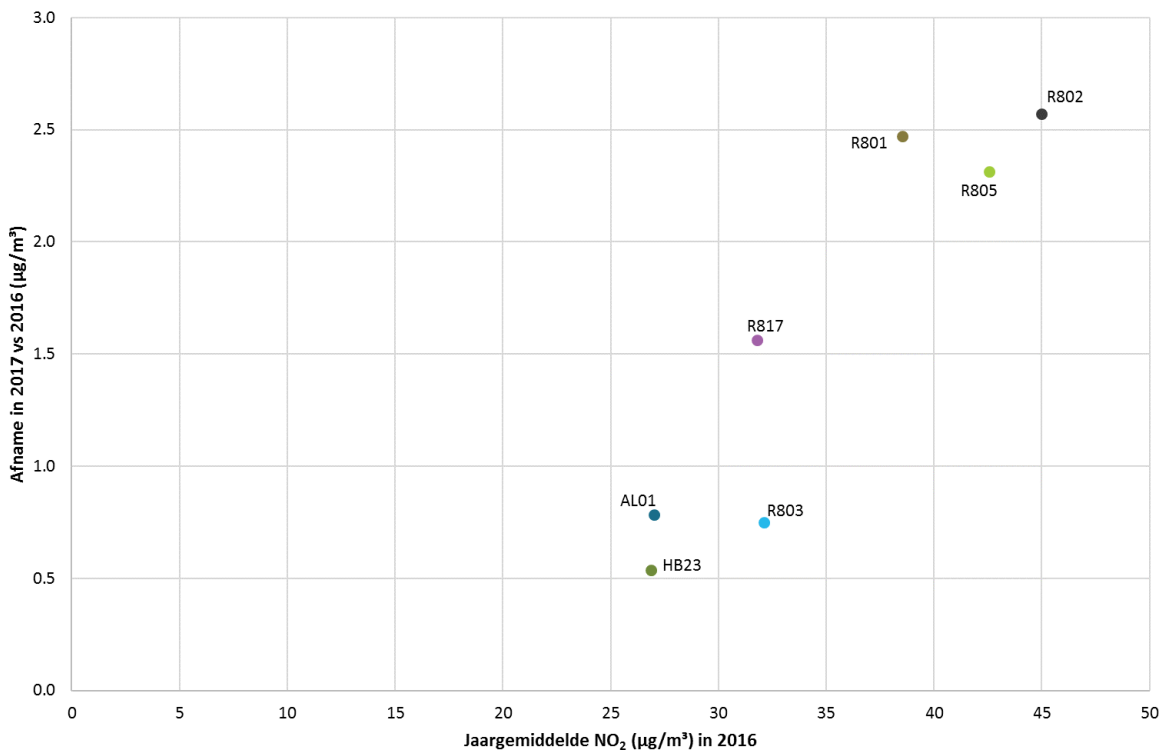
De grootste daling van de concentraties zwarte koolstof wordt gemeten op de meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei, namelijk $0,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of 19 % op de meetplaats R802 (7,5 m van de straatkant) en $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of 14 % op de meetplaats R801 (30 m van de straatkant gelegen). Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Belgiëlei bedraagt de daling $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of 9 %. Op de overige meetplaatsen ligt de daling tussen de $0,08$ en $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of tussen de 6 en 7 %.

De daling op de meetplaatsen met de laagste concentraties weerspiegelt de daling van de achtergrondconcentraties en de eventuele impact van het verschil in meteorologische omstandigheden tussen 2017 en 2016. Aangezien de daling op de meer verkeersgerichte meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie groter is dan op de achtergrondmeetplaatsen, is dit een aanwijzing van verminderde emissies door het verkeer in de omgeving van de verkeersgerichte meetplaatsen.

Opmerking hierbij is wel dat de invloed van het weer op de concentraties verschillend kan zijn afhankelijk van het soort meetplaats. Deze invloed kan dus verschillend zijn op een achtergrondmeetplaats in vergelijking met een verkeersgerichte meetplaats. Weersomstandigheden met een slechte verdunning van de vervuiling (bijvoorbeeld temperatuursinversie of lage windsnelheid) kunnen op plaatsen met veel emissies bijvoorbeeld een groter effect hebben op de concentraties. De verschillende weersomstandigheden in 2016 en 2017 kunnen bijgevolg een verschillende invloed gehad hebben op de verschillende soorten meetplaatsen.



Figuur 112: Daling in de jaargemiddelde concentraties in 2017 ten opzichte van 2016 in functie van de jaargemiddelde concentratie in 2016 voor NO₂ (bovenste figuur) en zwarte koolstof (onderste figuur) voor de meetstations in de Antwerpse agglomeratie



Dagverlopen

De dagverlopen¹⁹ per meetplaats, opgesplitst naar werkdagen en niet-werkdagen²⁰, zijn opgenomen in Figuur 113 (voor NO₂) en Figuur 114 (voor zwarte koolstof). De schaal van de Y-as kan verschillen.

Op werkdagen zien we vooral een daling op de momenten met de hoogste concentraties, namelijk overdag en tijdens de spitsuren. Dit is opnieuw een aanwijzing van lagere emissies door het verkeer in de omgeving van de verkeersgerichte meetplaatsen.

Op niet-werkdagen zien we de daling veel minder, alhoewel de avondpieken even hoog of bijna even hoog zijn als tijdens werkdagen. Mogelijke verklaringen zijn een verschil in meteorologische omstandigheden tijdens niet-werkdagen in 2017 in vergelijking met 2016 of een andere samenstelling van het wagenpark tijdens niet-werkdagen in vergelijking met werkdagen.

Figuur 115 zet voor elk halfuur van de dag de gemiddelde daling van de concentraties voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof uit ten opzichte van de gemiddelde halfuurwaarde in 2016. Per meetplaats hebben we dus 48 punten. Deze figuur toont enerzijds opnieuw aan dat de grootste daling wordt gemeten op de tijdstippen met de hoogste concentraties. Anderzijds toont deze figuur nog een keer aan dat de grootste daling wordt waargenomen op de meetplaatsen waar de hoogste concentraties worden gemeten, namelijk de verkeersgerichte meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R802) en aan de Belgiëlei (R805).

Vergelijking met de overige meetstations in Vlaanderen

Gemiddeld over alle Vlaamse stations, zonder de 8 NO₂-meetstations in de Antwerpse agglomeratie, zien we in 2017 ten opzichte van 2016 voor NO₂ een absolute daling van 0,6 µg/m³ en een relatieve daling van 3 %.

Voor de meetstations in Vlaanderen, met uitzondering van de 7 meetstations in de Antwerpse agglomeratie, zien we in 2017 ten opzichte van 2016 voor zwarte koolstof gemiddeld een absolute daling van 0,12 µg/m³ en een relatieve daling van 8 %.

In Figuur 116 wordt de daling van de jaargemiddelde concentratie NO₂ en zwarte koolstof in 2017 in vergelijking met 2016 uitgezet ten opzichte van het jaargemiddelde in 2016 voor alle meetplaatsen in Vlaanderen.

Voor NO₂ zien we dat de laagste concentraties in Vlaanderen rond de 15 µg/m³ liggen. De daling van de concentraties in 2017 op deze achtergrondmeetplaatsen is beperkt. We gaan ervan uit dat de impact van lokale bronnen en lokaal verkeer op deze achtergrondmeetplaatsen beperkt is. Voor de overige meetplaatsen is er een vrij grote spreiding op de trend, gaande van een daling van ca. 5 µg/m³ tot een stijging van bijna 2 µg/m³. We kijken of de relatieve daling van de concentraties na aftrek van de achtergrondconcentratie al dan niet groter is in de LEZ dan op de overige meetplaatsen in Vlaanderen. De stippellijnen in Figuur 116 geven de maximale relatieve daling of stijging weer waarbij telkens de twee meetplaatsen met de grootste of kleinste daling buiten beschouwing werden gelaten. De daling op de meetplaatsen binnen de LEZ ligt daarbij binnen de vork van de overige meetplaatsen binnen Vlaanderen. Het feit dat de meetplaatsen R801 en R802 aan de Plantin en Moretuslei en de meetplaats R805 aan de Belgiëlei aan de hogere kant van de vork liggen, zou kunnen wijzen op een beperkt netto effect van de LEZ in vergelijking met de rest van Vlaanderen, maar op andere plaatsen in Antwerpen zoals de meetplaats R803 in

¹⁹ x-as van dagverlopen in UT (universal time)

²⁰ Aangezien deze dagverlopen met een andere software werden berekend als deze bij het gedeelte houtverbranding spreken we hier over werkdagen en niet-werkdagen (= weekend en feestdagen)



Park Spoor Noord zien we hier geen indicatie voor. Samen met de kleine verschillen maakt dit het erg moeilijk om een algemene uitspraak te doen over een algemeen effect van de LEZ op de NO₂-concentraties in Antwerpen.

Voor zwarte koolstof zien we op een aantal plaatsen in Antwerpen meer indicatie dat de concentraties sterker dalen dan elders. Dit is vooral uitgesproken voor het meetstation R802 aan de straatkant van de Plantin en Moretuslei. Voor het meetstation R803 in Park Spoor Noord en R805 aan de Belgiëlei zien we dan weer relatief minder effect dan elders. Deze vaststellingen maken het daarom ook moeilijk om een algemene uitspraak te doen over het effect van de LEZ op concentraties zwarte koolstof in Antwerpen. Ook het beperkt aantal verkeersgerichte stations in stedelijke omgeving elders in Vlaanderen, die vaak ook beïnvloed worden door allerlei maatregelen, bemoeilijken de interpretatie.

2.4.3 Besluit

Een uitspraak doen over het effect van de lage-emissiezone in Antwerpen op de concentraties gemeten in 2017 in de omgevingslucht moet met de nodige omzichtigheid gebeuren.

Een berekende daling in verkeersemisies is niet één op één terug te vinden in de gemeten concentraties. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- wisselende meteorologische omstandigheden van jaar tot jaar kunnen een grote impact hebben op de gemeten concentraties,
- er zijn ook andere bronnen dan verkeer voor NO₂ en zwarte koolstof,
- emissies en trends in de rest van Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij aan de concentratie van vervuilende stoffen in de Antwerpse agglomeratie.

Om het effect van de invoering van de LEZ in Antwerpen te beoordelen zou men een vergelijking moeten kunnen uitvoeren van de trend van de concentraties binnen de LEZ met de trend van de concentraties binnen een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving waar er geen LEZ ingevoerd is. Op deze manier kan de impact van het weer en van de vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen op de concentraties worden ingeschat en zou men een netto-effect van de LEZ kunnen berekenen. Verkeersgerichte metingen in andere steden zijn echter beperkt en ook in deze steden zijn er vaak maatregelen of initiatieven die een impact hebben op de luchtkwaliteit.

Om een eerste idee te hebben van het effect van de invoering van de LEZ in Antwerpen op de concentraties NO₂ en zwarte koolstof, werden de concentraties van de verschillende meetplaatsen in Antwerpen met elkaar en met de rest van Vlaanderen vergeleken. We zien dat de grootste daling in 2017 in vergelijking met 2016 wordt waargenomen op de verkeersgerichte meetplaatsen. We zien ook vooral een daling op de tijdstippen met de hoogste concentraties, namelijk overdag en tijdens de spitsuren. De grotere daling van de concentraties NO₂ en zwarte koolstof op de meer verkeersgerichte meetplaatsen in de LEZ kan een indicatie zijn van verminderde emissies door het verkeer in de omgeving van deze meetplaatsen.

De dalingen zijn in verhouding groter voor zwarte koolstof dan voor NO₂. Voor zwarte koolstof zien we op de verkeersgerichte meetplaatsen in de LEZ een daling tussen de 9 en 19 %, voor NO₂ zien we een daling tussen de 5 en 6 %.

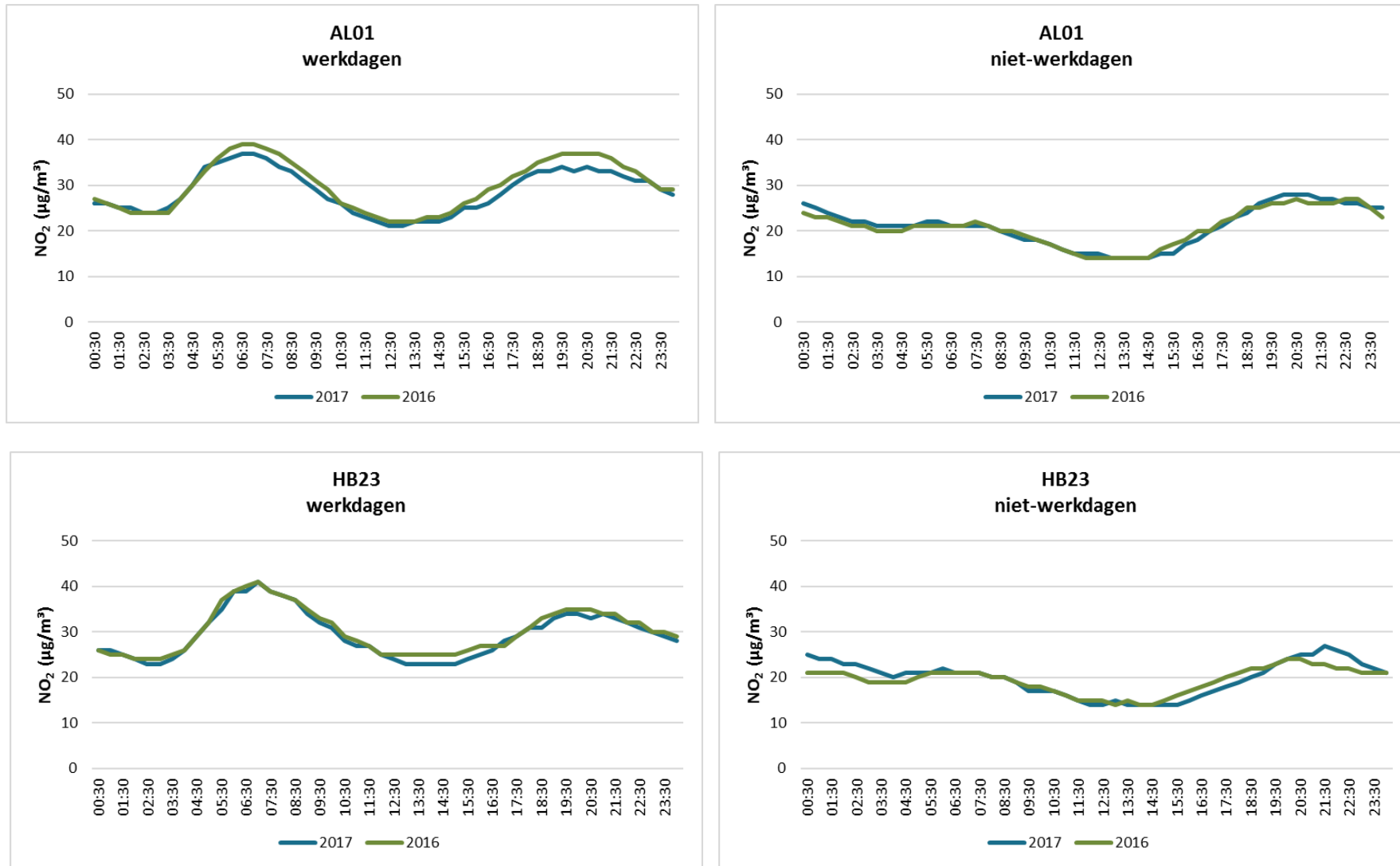
Wanneer we dalingen van de NO₂-concentraties in 2017 ten opzichte van 2016 vergelijken met deze van de overige meetstations in Vlaanderen zijn er maar beperkte aanwijzingen dat de LEZ een extra lokale daling

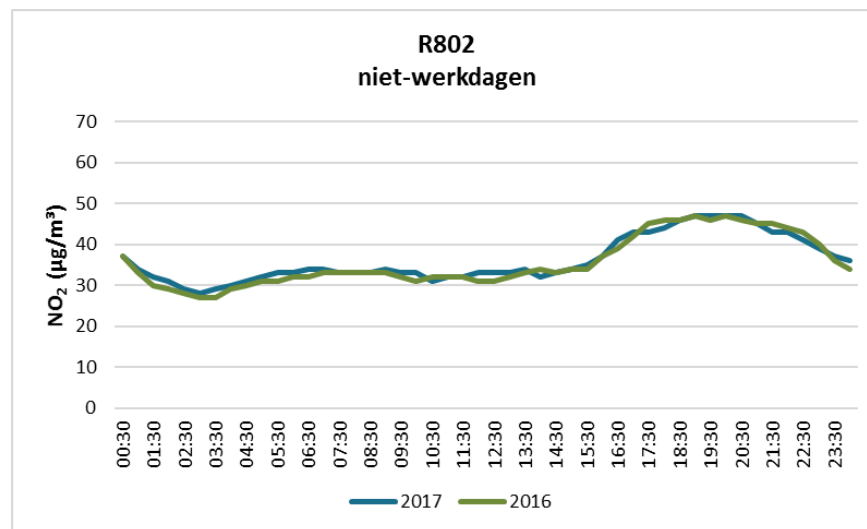
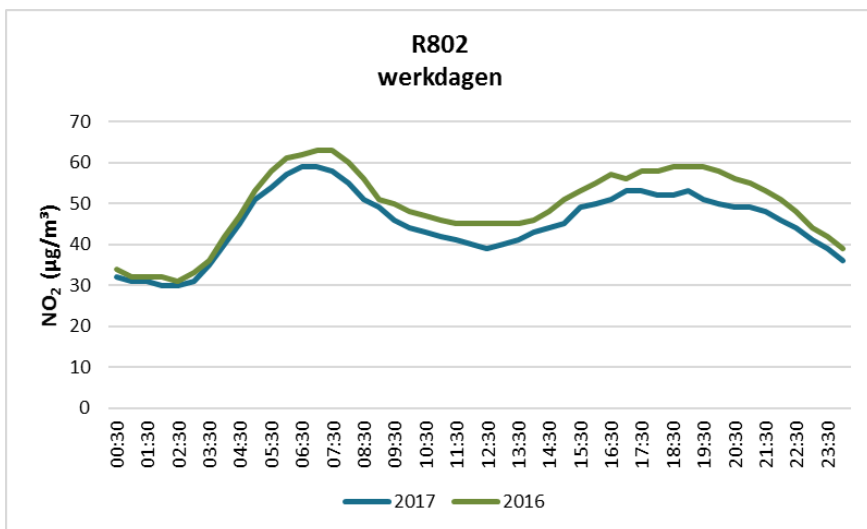
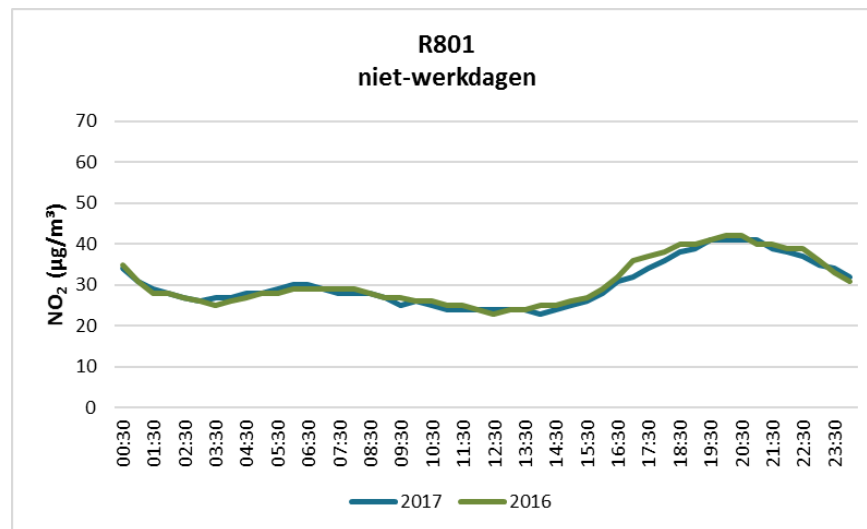
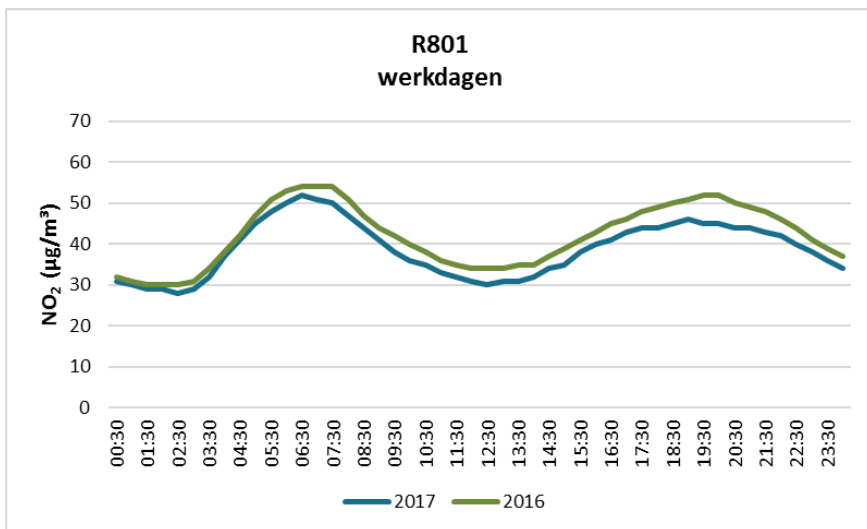
////////////////////////////////////

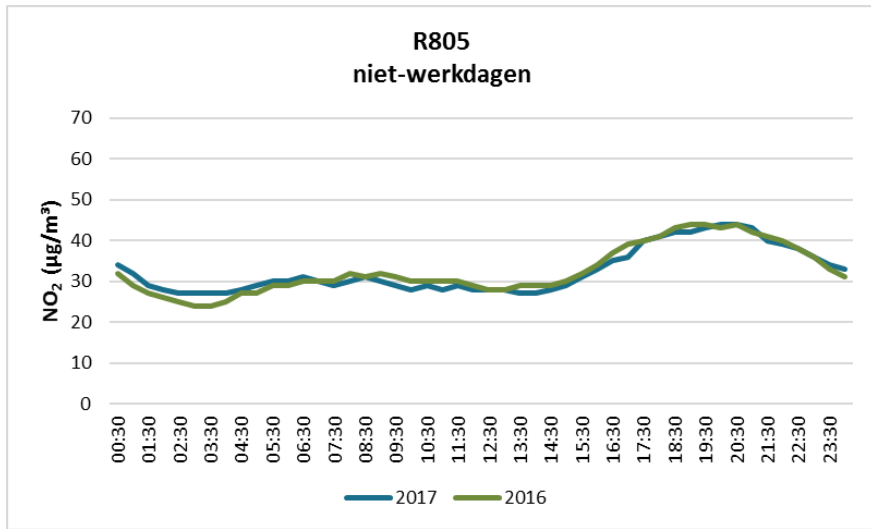
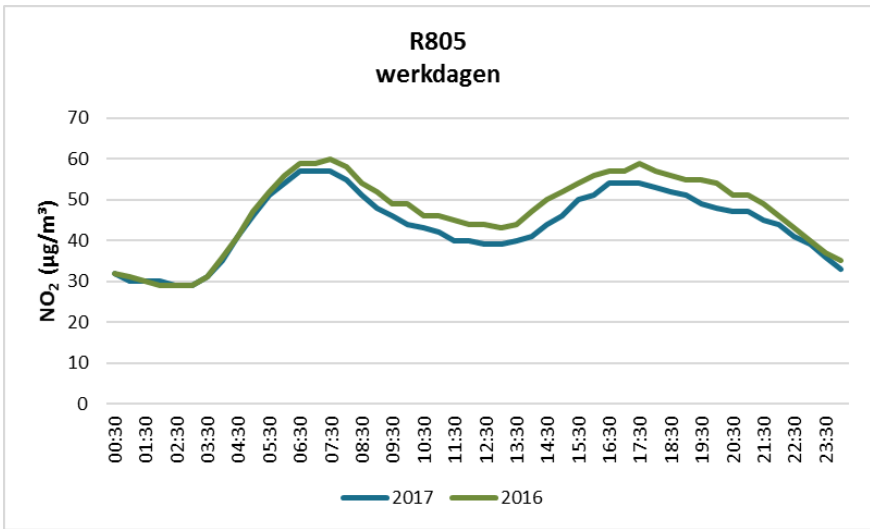
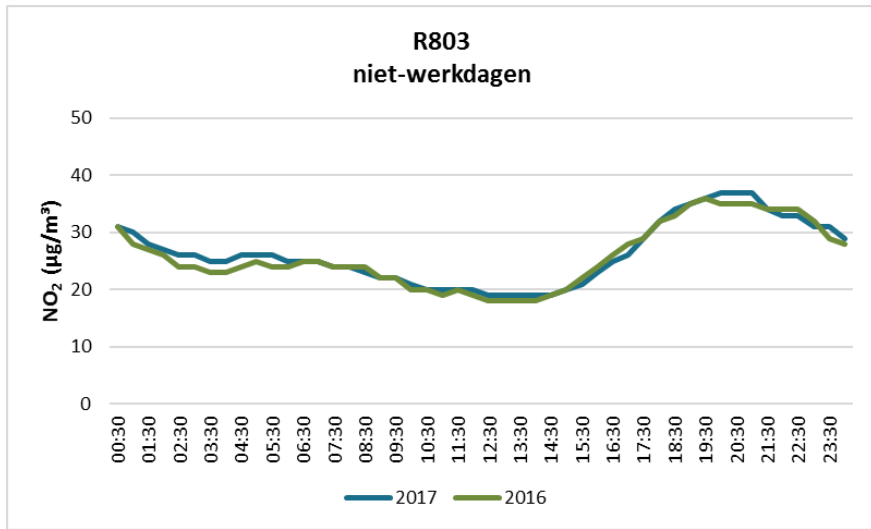
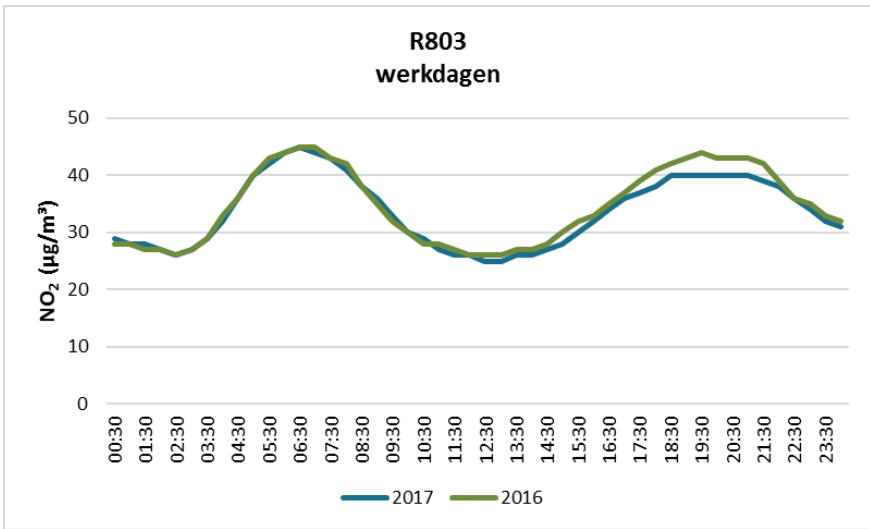
van de NO₂-concentraties heeft teweeggebracht. De dalingen liggen binnen de range die we elders in Vlaanderen waarnemen. Voor zwarte koolstof zien we wel dat op de verkeersgerichte meetplaats R802 aan de Plantin en Moretuslei de concentraties meer dalen dan elders, maar op andere meetplaatsen in Antwerpen zien we dat effect niet, waardoor het moeilijk is om een algemene uitspraak te doen over het lokaal netto-effect van de LEZ op de concentraties zwarte koolstof. Metingen over een langere periode zullen mogelijk toelaten een meer gefundeerde uitspraak te doen.

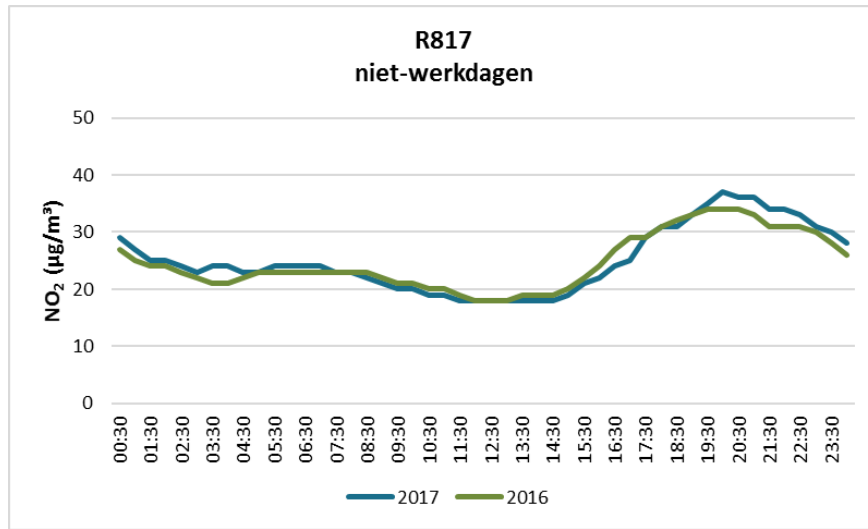
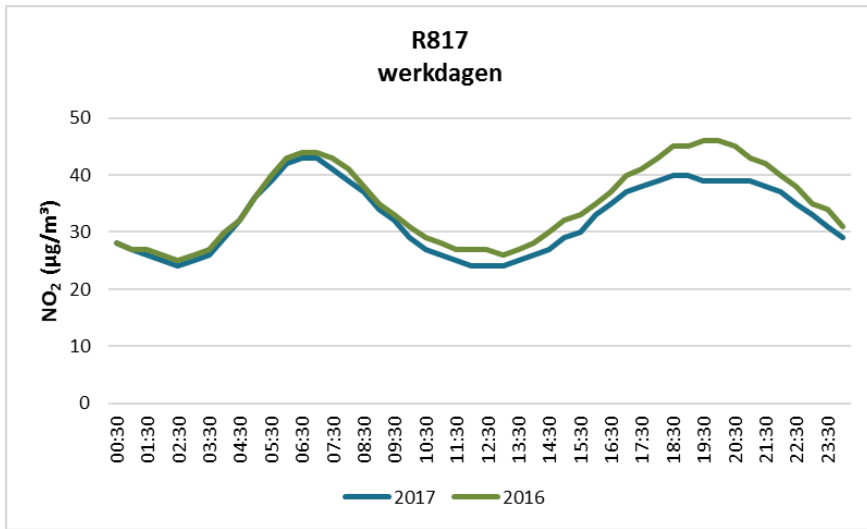


Figuur 113: Dagverloop van de NO₂-concentraties op werkdagen (links) en op niet-werkdagen (rechts) voor de jaren 2016-2017 (schaal Y-as varieert soms)



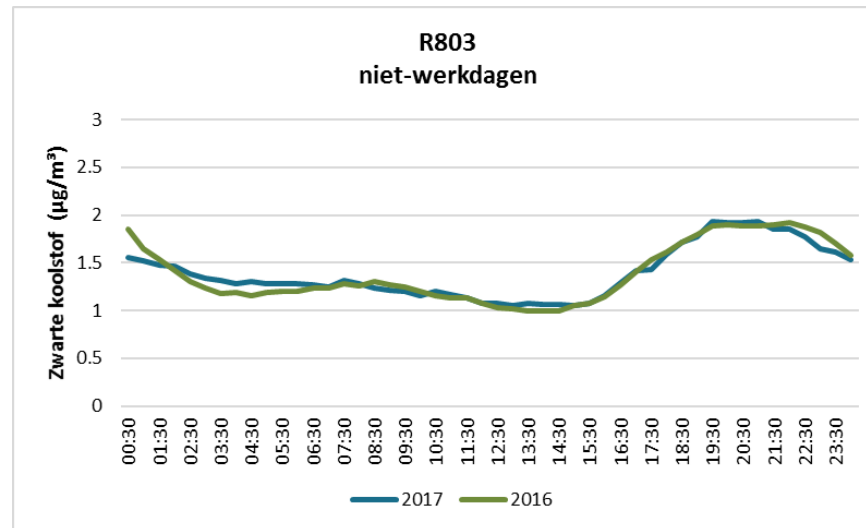
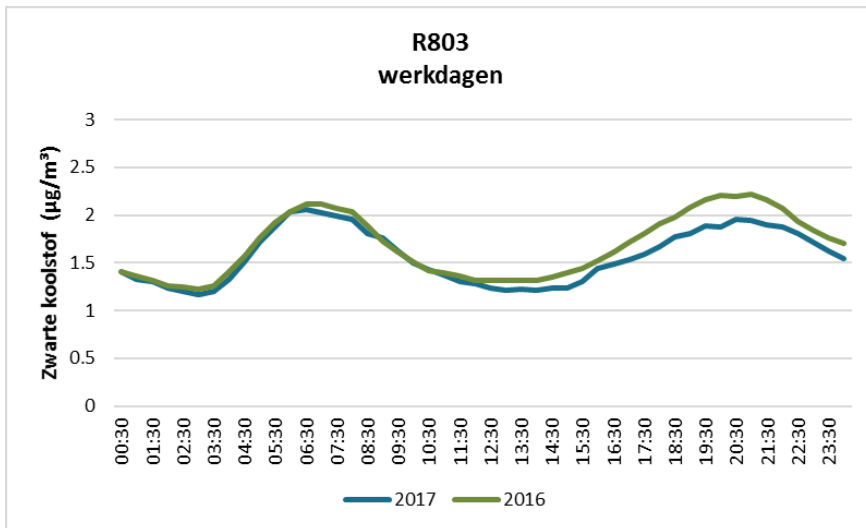
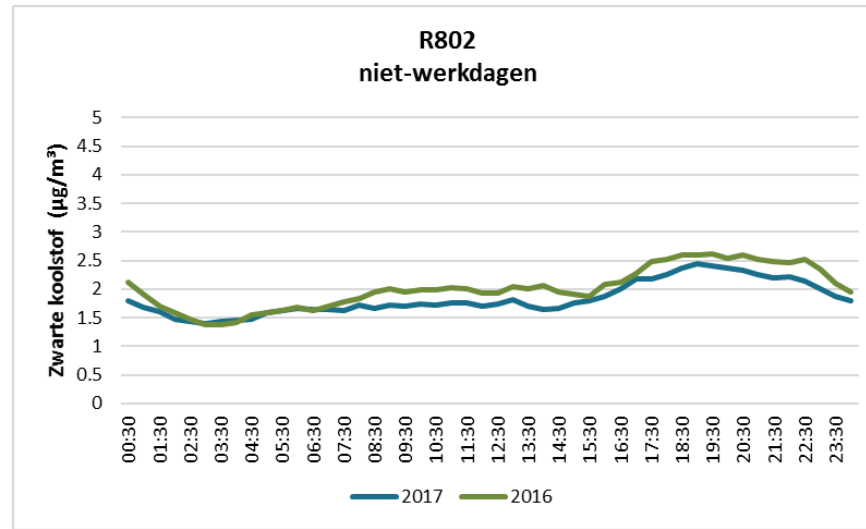
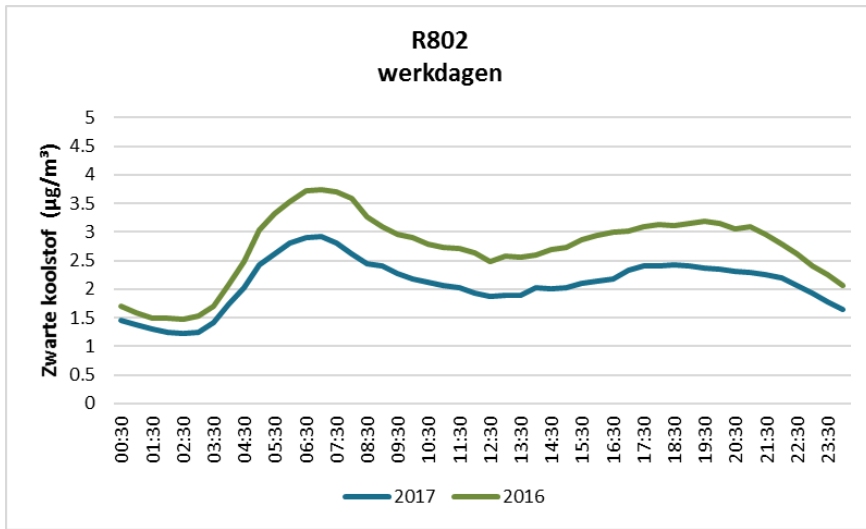


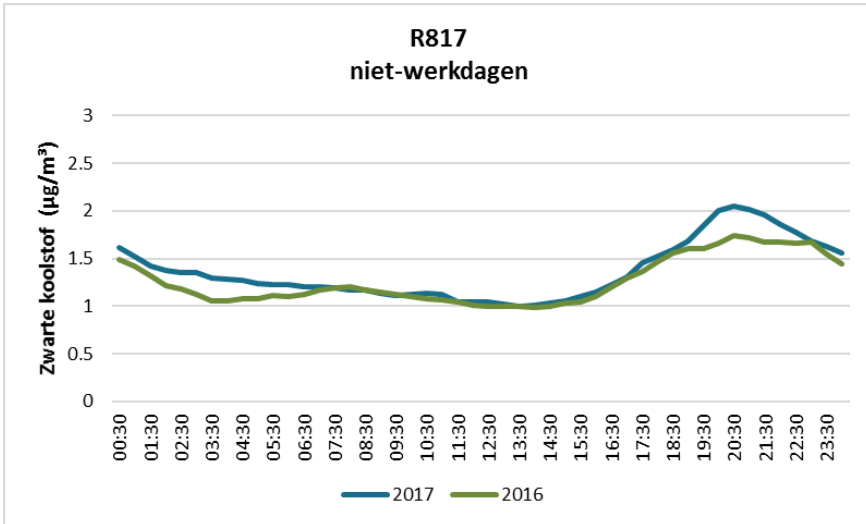
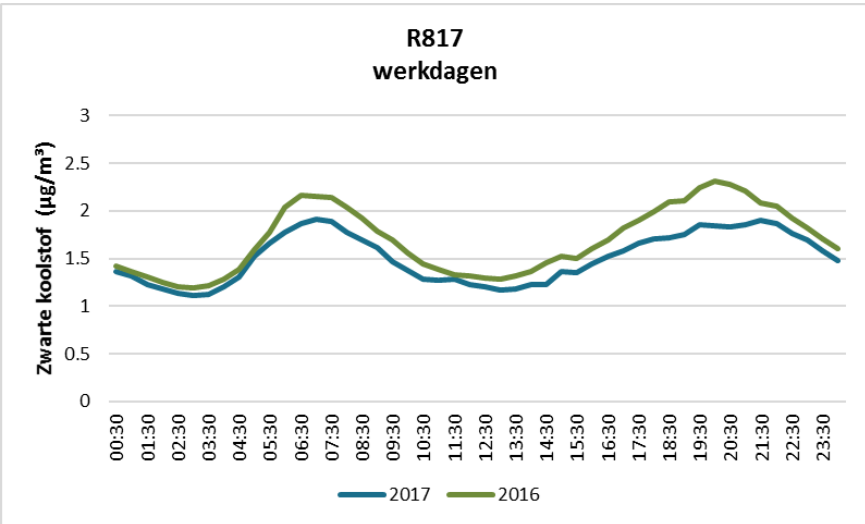
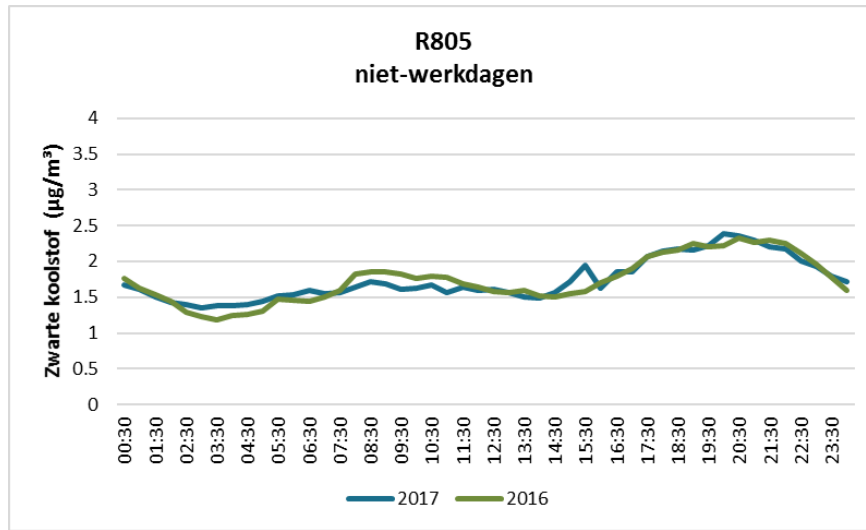
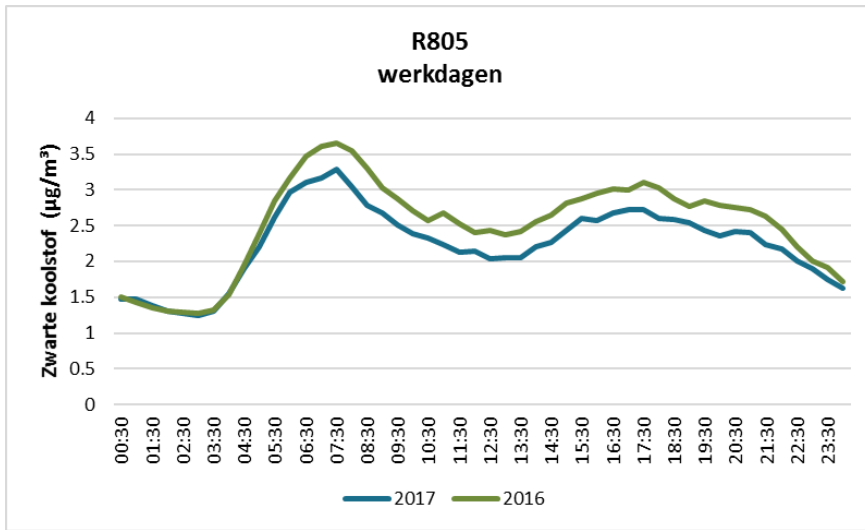




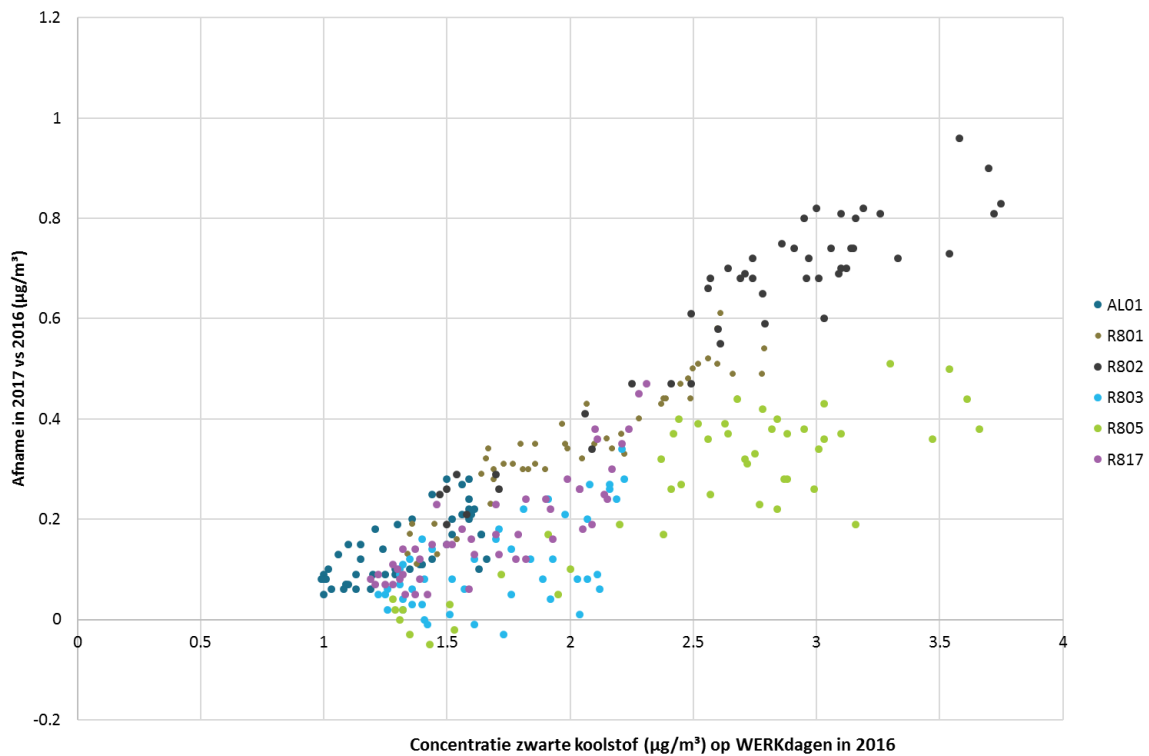
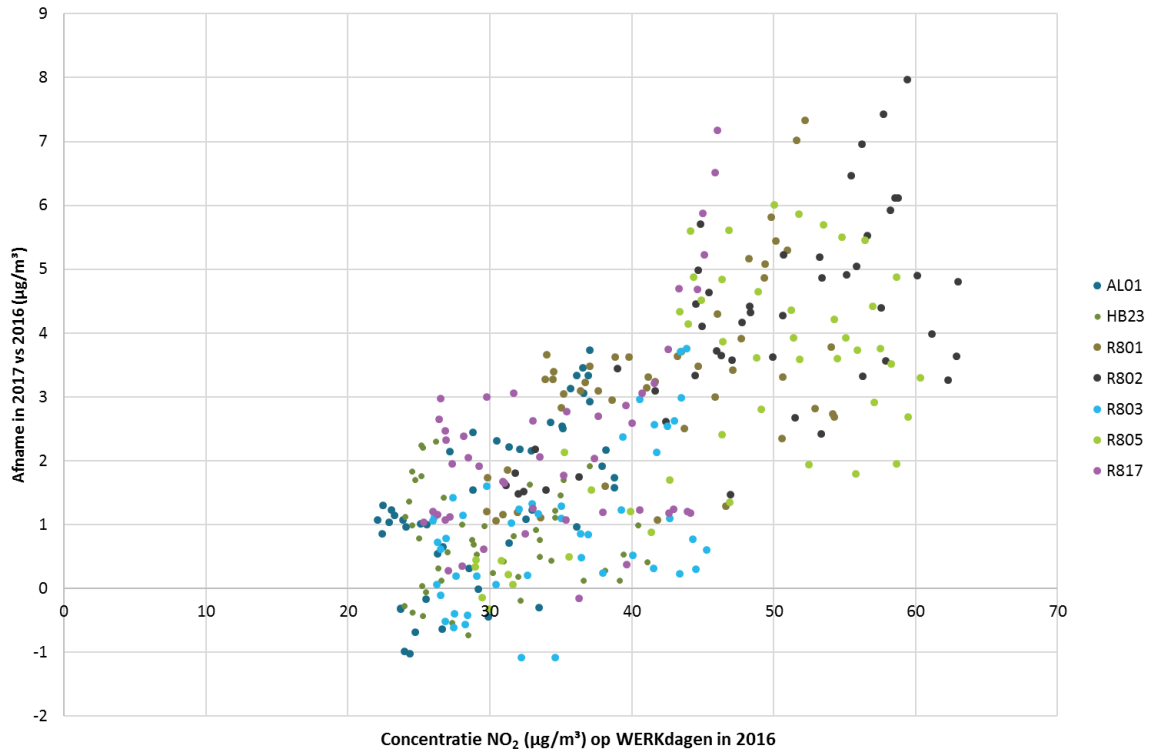
Figuur 114: Dagverloop van de concentraties zwarte koolstof op werkdagen (links) en op niet-werkdagen (rechts) voor de jaren 2016-2017 (schaal Y-as varieert soms)



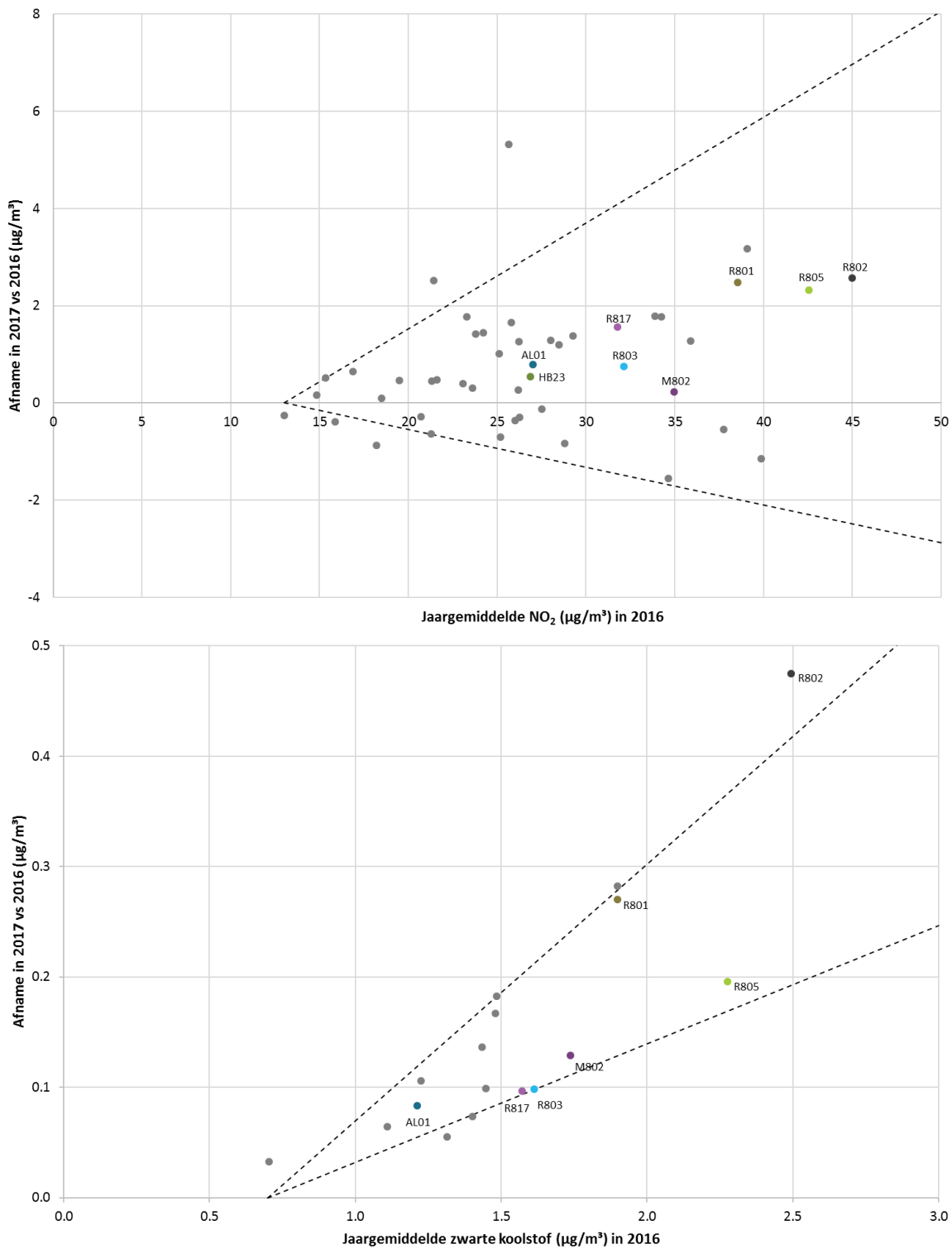




Figuur 115: Daling in de concentraties over de dag (per gemiddelde halfuur) in 2017 ten opzichte van 2016 in functie van de gemiddelde halfuurconcentratie 2016 tijdens werkdagen voor NO₂ (bovenste figuur) en voor zwarte koolstof (onderste figuur)



Figuur 116: Daling in de jaargemiddelde concentraties in 2017 ten opzichte van 2016 in functie van de jaargemiddelde concentratie in 2016 voor NO₂ (bovenste figuur) en zwarte koolstof (onderste figuur) voor alle Vlaamse meetstations



3. BESLUIT

3.1 Haven van Antwerpen

De VMM voerde in 2017 verschillende metingen uit in het Antwerpse havengebied. Op basis van de resultaten kunnen we het volgende besluiten:

SO₂:

- Alle Europese grenswaarden, drempel- en alarmwaarden voor SO₂ werden gerespecteerd in 2017. Slechts één van de zeven meetplaatsen haalden in 2017 de WGO-dagadvieswaarde.
- De jaargemiddelde concentratie was in 2017 ongeveer één derde van het jaargemiddelde 2007.
- De SO₂-emissies kennen van 2000 - 2014 een dalende trend, daarna is de trend licht stijgend.
- De voornaamste bronnen zijn de raffinaderijen in het centrum van de haven.

NO₂:

- De Europese jaargrenswaarde werd in 2017 overschreden op de meetplaats Muisbroeklaan (R894).
- Op de andere meetplaatsen werden de EU-jaargrenswaarde gerespecteerd ook de EU-uurgrenswaarde en de WGO-advieswaarde werd in 2017 op alle meetplaatsen gerespecteerd.
- Er was een globaal dalende trend over de periode 2007-2017, behalve op de locatie Muisbroeklaan (R894) die in deze periode een licht stijgende trend kent.
- De concentraties in het Antwerpse havengebied lagen zo'n 20% hoger dan het Vlaams gemiddelde.
- De NO_x-emissies kennen een dalende trend tot 2014 daarna stabiliseren ze.
- Pollutierozen duiden industriële bronnen en de invloed van verkeer aan.

Fijn stof:

PM₁₀:

- De Europese jaargrenswaarde werd gerespecteerd, de WGO-jaaradvieswaarde werd niet gehaald.
- De Europese daggranswaarde werd gerespecteerd, de WGO-dagadvieswaarde werd niet gehaald.
- De primaire PM₁₀-emissies door industrie stegen. NO_x(NO₂) had in 2017 het grootste aandeel in de stofprecursoren.
- Globale dalende trend van de concentraties tussen 2007-2017.

PM_{2,5}:

- De Europese jaargrenswaarde werd gerespecteerd, de WGO-advieswaarden voor jaar- en daggemiddelden werden overschreden.
- Er is een dalende trend van de emissies van primair PM_{2,5}.

Zwarte koolstof:

- De concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse haven zijn vergelijkbaar met de virtuele Vlaamse meetplaats 'industriële'.
- De trend van de concentraties van zwarte koolstof is dalend.
- De voornaamste bronnen zijn (scheeps)verkeer en havenactiviteiten in het centrum van het havengebied.



Ozon:

- Tijdens een hittegolf in 2017 werd op 21 juni de informatiedrempel van 180 µg/m³ overschreden. De alarmdrempel werd niet overschreden.
- De Europese streefwaarde werd gehaald. De langetermijndoelstelling werd overschreden
- De WGO-advieswaarde werd 31 maal overschreden in 2016.
- Er is weinig variatie de laatste tien jaar.
- De emissies kenden in de periode 2000-2016 een dalende trend en de concentratie een stijgende trend.

BTEX:

- De jaargemiddelde benzeenconcentratie lag op meetplaats Polderdijkweg (R822) hoger dan de Europese grenswaarde, maar er was onvoldoende databeschikbaarheid voor strikte toetsing. De andere gemeten benzeenjaargemiddelden lagen ver onder deze waarde.
- De VLAREM-richtwaarde voor benzeen en de WGO-advieswaarden voor toluen werden ruim gerespecteerd.
- De industriële emissies van benzeen, toluen en xyleen-isomeren in de Antwerpse haven daalden tussen 2006 en 2016.
- De metingen wijzen als bron onder andere de petroleumraffinaderijen aan.
- Meetwaarden in het centrum van haven (R822) zijn veel hoger dan aan de rand (R833, AL01 en M802).

VOS:

- De emissies van totaal NMVOS kennen een dalende trend.
- In 2017 maten we 32 VOS-componenten met actieve bemonstering op de meetplaats Antwerpen-Ekerse Dijk (R893).
- De gemeten concentraties lagen veelal hoger dan het gemiddelde voor Vlaanderen. Deze vergelijking is indicatief.

PCB's:

- De PCB-depositie is hoog in de onmiddellijke nabijheid van een schrootbedrijf in Kallo. In deze buurt zijn er echter geen woongebieden.

PAK's:

- De concentratie van benzo(a)pyreen (B(a)P) bedroeg 0,13 ng/m³ op de meetplaats Kallo en is lager dan het algemeen Vlaams meetnetgemiddelde van 0,16 ng/m³.
- Het jaargemiddelde van B(a)P in de haven ligt onder de Europese streefwaarde van 1 ng/m³ maar boven het kankerrisico dat de WGO hanteert voor benzo(a)pyreen. Het Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG) omschrijft het risico als gezondheidkundig niet verwaarloosbaar.

3.2 Antwerpse agglomeratie

NO₂:

- De Europese jaargrenswaarde (en dus ook de WGO-jaaradvieswaarde) werd overschreden op 1 automatische meetplaats, namelijk op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802). Ook op 13 van de 19 meetplaatsen met passieve samplers werd een indicatief jaargemiddelde boven 40 µg/m³ genoteerd.



- Het hoogste NO₂-jaargemiddelde werd gemeten op de meetplaats aan de Ring (R804). Echter omwille van de ligging is deze meetplaats minder representatief voor de menselijke blootstelling. Daarom worden de resultaten van R804 niet getoetst aan de Europese regelgeving.
- De Europese uurgrenswaarde werd gerespecteerd op alle meetplaatsen.
- De WGO-advieswaarde voor de uurgemiddelden werd gerespecteerd op alle meetplaatsen.

Fijn stof:

PM₁₀ en PM_{2,5}:

- De Europese grenswaarden voor PM₁₀ en PM_{2,5} werden gerespecteerd op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Wel werden alle WGO-advieswaarden overschreden op alle meetplaatsen.

Zwarte koolstof:

- De hoogste concentraties werden gemeten aan de Antwerpse Ring (R804) en op de verkeersgerichte meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Belgiëlei (R805) en de laagste concentraties op de meetplaats Antwerpen-Linkeroever (AL01).

Houtverbranding:

- De bijdrage van houtverbranding aan de concentraties zwarte koolstof en PM₁₀ is duidelijk hoger in de wintermaanden. De hoogste bijdrage van houtverbranding in de winter wordt 's avonds gemeten. De bijdrage is hoger in het weekend dan in de week.
- De relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof op de meetplaatsen Ring (R804) en Groenenborgerlaan (R817) bedroeg in 2017 respectievelijk 3 en 13 %. De relatieve bijdrage aan PM₁₀ bedroeg in 2017 respectievelijk 4 en 9 %. In de wintermaanden van 2017 bedroeg de relatieve bijdrage aan PM₁₀ op deze meetplaatsen respectievelijk 7 en 15 %. Fijn stof afkomstig van houtverbranding bestaat uit deeltjes afkomstig van onvolledige verbranding. Dit fijn stof is waarschijnlijk even schadelijk als fijn stof afkomstig van andere verbrandingsbronnen zoals het verkeer.

Effect invoer LEZ:

In 2017 maten we op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie lagere concentraties voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof in vergelijking met 2016. De absolute daling voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof is het grootst op de meetplaatsen die het sterkst beïnvloed worden door het verkeer. Deze daling kan een indicatie zijn van verminderde emissies door het verkeer. In welke mate de daling van de concentraties van NO₂ en zwarte koolstof op de meetplaatsen binnen de LEZ van Antwerpen toe te schrijven is aan de invoering van die LEZ in Antwerpen en/of aan de algemene vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen is moeilijk te bepalen. Metingen over een langere periode zullen mogelijk toelaten een meer gefundeerde uitspraak te doen.



BIJLAGEN



bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005)

Automatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meet-onzekerheid	onderhoudsfrequentie	uitbesteding	type approval
PM ₁₀	81102	µg/m ³	ESM FH 62 I-R	beta-absorptie	-	16% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010)	ja ¹	nee	n.v.t.
PM ₁₀	81102	µg/m ³	TEOM	oscillerende microbalans	-	14% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010)	ja ¹	nee	n.v.t.
PM ₁₀	81102	µg/m ³	TEOM-FDMS	oscillerende microbalans met correctie voor afdamping	-	16% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010)	ja ¹	nee	n.v.t.



PM ₁₀	81102	µg/m ³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	12% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	CEN/TS 16450	ja ¹	nee	n.v.t.
PM _{2,5}	81104	µg/m ³	TEOM-FDMS	oscillerende microbalans met correctie voor afdamping	-	20% bij daggemiddelde van 30 µg/m ³	Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010)	ja ¹	nee	n.v.t.
PM _{2,5}	81104	µg/m ³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	13% bij daggemiddelde van 30 µg/m ³	CEN/TS 16450	ja ¹	nee	n.v.t.
SO ₂	42401	µg/m ³	TS 43i	UV-fluorescentie	EN14212	15% bij uurgemiddelde van 350 µg/m ³ ; 15% bij daggemiddelde van 125 µg/m ³	volgens EN14212	ja ¹	nee	ja
NO	42601	µg/m ³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja ¹	nee	ja
NO ₂	42602	µg/m ³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	15% bij uurgemiddelde van 200 µg/m ³ ; 15% bij jaargemiddelde van 40 µg/m ³	volgens EN14211	ja ¹	nee	ja
O ₃	44201	µg/m ³	API T400	UV-fotometrie	EN14625	15% bij uurgemiddelde van 240 µg/m ³ ; 15% bij 8- uurgemiddelde van 120 µg/m ³	volgens EN14625	ja ¹	nee	ja

Semiautomatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype bemonstering	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	onderraan neming	uitbesteding
dioxines	16930	pg TEQ/(m ² .dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	24%	$u_{tot} = 2\sqrt{(CV_{RW})^2 + (u_{bias})^2}$	ja ²	ja	dioxines
coplaire PCB	16954	pg TEQ/(m ² .dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	37%	$u_{tot} = 2\sqrt{(CV_{RW})^2 + (u_{bias})^2}$	ja ²	ja	coplaire PCB
fluorantheen	85602	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
pyreen	85204	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
chryseen	85208	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
benzo(a)anthraceen	85215	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
benzo(b)fluorantheen	85220	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
benzo(k)fluorantheen	85223	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
dibenzo(a,h)anthraceen	85231	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
benzo(g,h,i)peryleen	85237	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-

1,2,3-trimethylbenzeen	45225	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	50%	spike recovery	ja ²	nee
n-pentaaan	43220	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	50%	spike recovery	ja ²	nee
n-hexaaan	43231	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	35%	spike recovery	ja ²	nee
n-heptaaan	43232	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	36%	spike recovery	ja ²	nee
n-octaaan	43233	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	31%	spike recovery	ja ²	nee
n-nonaan	43235	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	44%	spike recovery	ja ²	nee
isopentaaan	43221	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	50%	spike recovery	ja ²	nee
3-methylpentaaan	43230	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	33%	spike recovery	ja ²	nee
3-methylhexaaan	43249	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	40%	spike recovery	ja ²	nee
1-hexeen	43245	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	47%	spike recovery	ja ²	nee
1,2-dichloorethaan	43815	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	50%	spike recovery	ja ²	nee
tetrachloorethyleen	43898	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	24%	spike recovery	ja ²	nee
chloorbenzeen	45801	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	22%	spike recovery	ja ²	nee

² : BELAC 005-TEST - SGS Belgium NV

bijlage 2 Afbakening Antwerpse haven

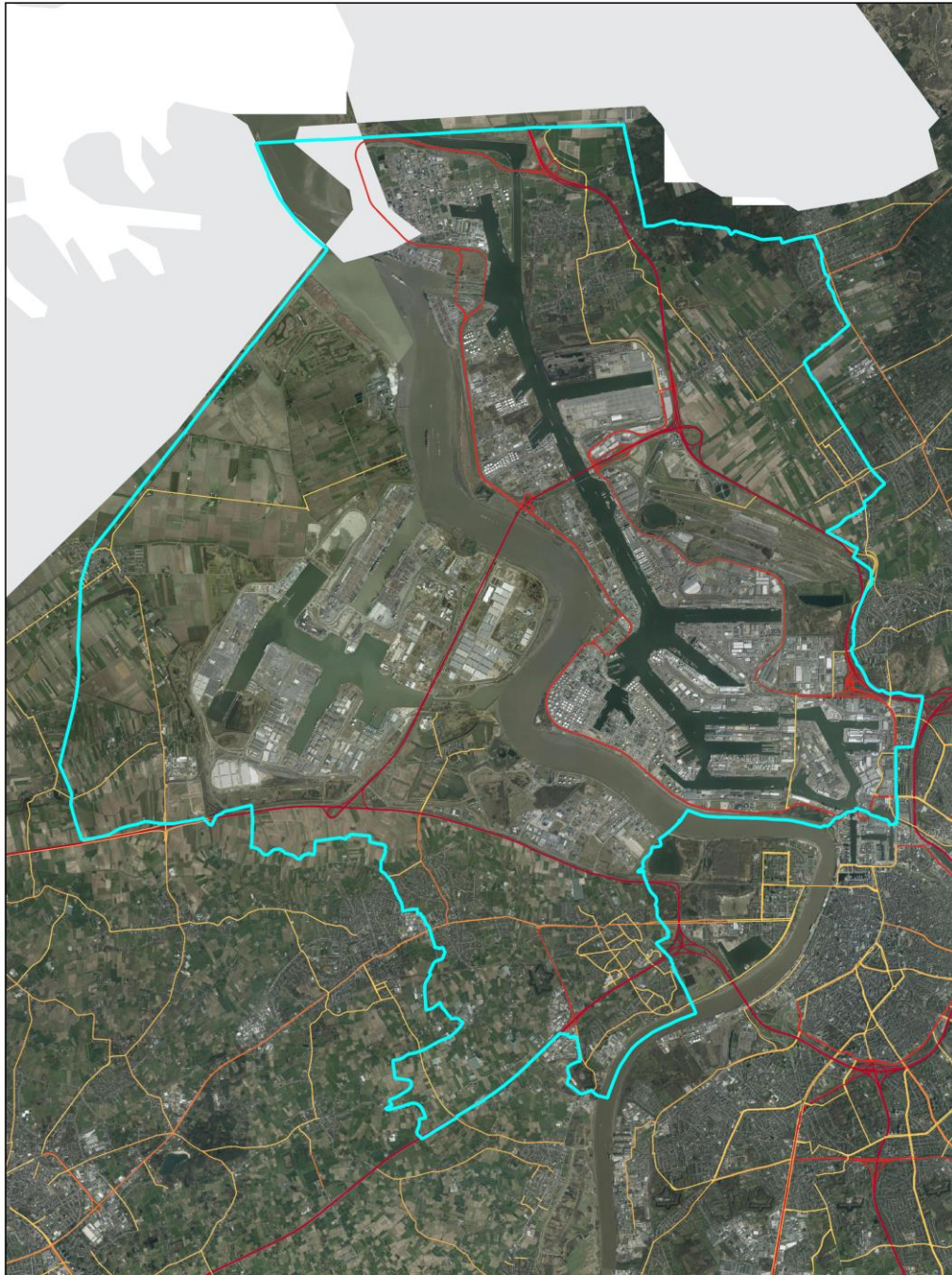
Met de Antwerpse haven wordt in dit rapport het gebied bedoeld met industriële havenactiviteiten dat zich uitstrekt ten westen, noordwesten en noorden van de Antwerpse agglomeratie. Contractueel is vastgelegd om alle relevante metingen in het havengebied te rapporteren en te vergelijken met meetwaarden in Vlaanderen. Zodat het havenbedrijf geïnformeerd is over de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven.

Daarnaast is binnen het Antwerpse havengebied voor de Europese commissie een luchtkwaliteitszone gedefinieerd. Hiervoor is een regio gedefinieerd, de zone BEF01S, waarbinnen een aantal meetplaatsen ook gerapporteerd worden aan Europa. Die meetplaatsen zijn vooral gericht op representativiteit voor de algemene bevolking. Een aantal meetstations van de VMM liggen ook in deze zone maar worden niet gerapporteerd aan Europa. Er zijn ook meetstations die net buiten de zone liggen maar wel beïnvloed worden door de havenactiviteiten. Dit rapport omvat alle relevante meetstations in de ruime havenomgeving ongeacht of deze aan Europa gerapporteerd worden.


Figuur 117 toont de Antwerpse haven met daarbinnen aangeduid de afbakening van de luchtkwaliteitszone BEF01S.



Figuur 117: kaart afbakening Antwerpse haven



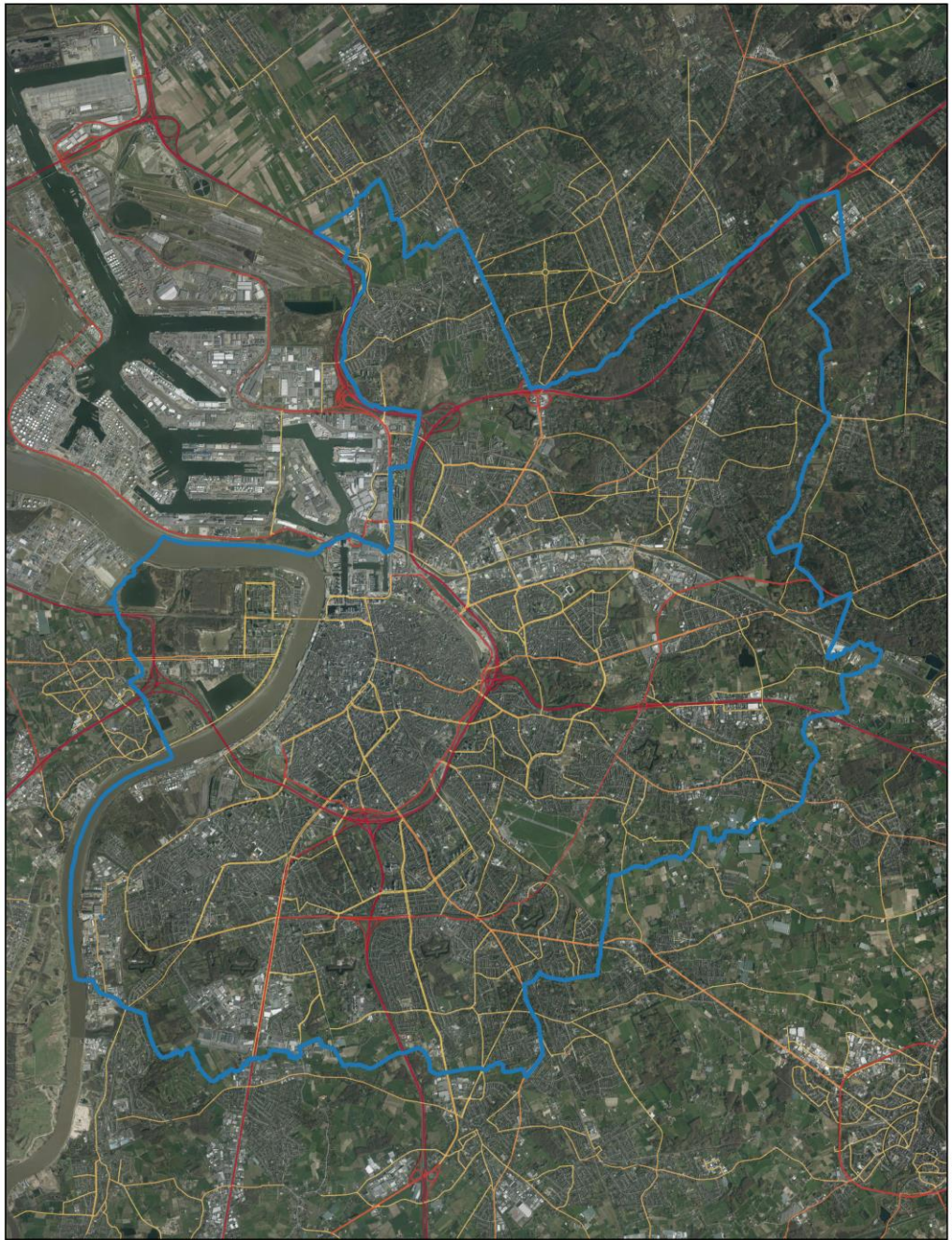
Afbakening Haven van Antwerpen

 Europese zone BEF015


0 1000 2000 m

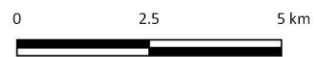


Figuur 118: kaart afbakening Antwerpse agglomeratie



Ligging Europese zone BEF02A

 Europese zone BEF02A



bijlage 4 Beschrijving van de pollutanten

4.1 Zwaveldioxide – SO₂

Zwaveldioxide (SO₂) lost gemakkelijk op in water en heeft een zuur karakter. Bij inademing is SO₂ irriterend en bij hoge concentraties kan het ademhalingsproblemen veroorzaken, vooral bij personen die lijden aan astma of chronische longziekten.

SO₂ heeft nadelige effecten op de vegetatie door de rechtstreekse opname van SO₂ door de planten. Verder is SO₂ in belangrijke mate medeverantwoordelijk voor de verzuring van het milieu. Ook zorgt deze stof voor een versnelde verwerking van historische gebouwen of steen in het algemeen en voor metaalcorrosie. Ten slotte draagt SO₂ bij aan de vorming van fijn stof.

Zwaveldioxide wordt uitgestoten in het milieu, voornamelijk door verbranding van fossiele brandstoffen zoals kolen en aardolie.

4.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen ontstaat in eerste instantie vooral NO. NO heeft een korte levensduur in de atmosfeer en is een kleur-, reuk- en smaakloos gas dat op zich weinig toxisch is. NO wordt door reacties met zuurstof en ozon omgezet tot NO₂. NO₂ heeft een langere levensduur in de atmosfeer en is schadelijk voor mens en ecosystemen. Het is een bruinrood gekleurd toxisch gas dat slecht ruikt en irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Zowel korte episodes van hoge concentraties, als langdurige blootstelling aan lage concentraties zijn schadelijk voor de gezondheid.

NO_x dragen bij aan de vorming van fijn stof. Verder spelen NO_x een belangrijke rol in de milieuverzuring en de fotochemische smogvorming. NO_x kunnen net als SO₂ over grote afstanden getransporteerd worden en kunnen dus effecten veroorzaken in verafgelegen gebieden.

Stikstofoxiden worden voornamelijk uitgestoten bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen.

4.3 Fijn stof – PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof

Zwevend stof (PM = *Particulate Matter*) is een mengsel van vloeibare of vaste deeltjes met uiteenlopende samenstellingen en afmetingen. Zowel de natuur als menselijke activiteiten kunnen een bron zijn van deze deeltjes.

Naargelang hun oorsprong maakt men onderscheid tussen primaire en secundaire deeltjes. Primaire deeltjes ontstaan door rechtstreekse uitstoot in de atmosfeer door verschillende soorten bronnen of door mechanische verkleining van grover materiaal: bijvoorbeeld zware metalen bij metaalverwerking. Secundaire deeltjes ontstaan in de atmosfeer door chemische of fysische reacties uit gasvormige componenten zoals ammoniak, zwaveldioxide, stikstofoxiden of organische verbindingen.

Stofdeeltjes deelt men vaak in volgens de grootte op basis van de aerodynamische diameter (a.d.). Dit is de diameter van een bolvormig deeltje dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als het stofdeeltje.



PM₁₀ en PM_{2,5} is de verzameling van stofdeeltjes met een a.d. kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm. Ultrafijn stof (UFP) is de verzamelnaam voor deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1}). Zwarte koolstof is een onderdeel van fijn stof en wordt gevormd bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof. Zwarte koolstof bevindt zich voornamelijk in de ultrafijne fractie van het fijn stof en is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) beschouwt zwarte koolstof als een nuttige indicator voor het evalueren van lokale maatregelen met als doel de blootstelling aan fijn stof ten gevolge van gemotoriseerd verkeer te verminderen²¹.

Studies hebben verbanden aangetoond tussen de aanwezigheid van PM in de omgevingslucht en gezondheidseffecten op korte en lange termijn. Voor PM is er volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen veilige drempelwaarde waaronder geen nadelige effecten voorkomen. Bij korte episodes – 24 uur – van luchtverontreiniging verergeren bestaande gezondheidsproblemen, zoals luchtweginfecties en astma. Verder kan fijn stof bloedvaten doen dichtslibben en hartaanvallen veroorzaken. Bij chronische blootstelling maakt de WGO melding van een vermindering van de longfunctie, een toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

Midden 2012 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselmotoren – ten opzichte van benzinemotoren – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit. Eind 2013 classificeerde het IARC ook fijn stof als kankerverwekkend voor de mens²². Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker, een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel induceren²³. Algemeen wordt aangenomen dat ook ultrafijn stof schadelijk is, maar de wetenschappelijke kennis hierover is nog beperkt.

De dienst Milieurapportering van de VMM (MIRA) berekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking²⁴. Omgerekend per inwoner van Vlaanderen bedroeg die één verloren gezond levensjaar in een volledig leven bij een levenslange blootstelling aan de huidige concentraties. Belangrijk hierbij is dat dit om een gemiddelde waarde gaat. Bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de reële impact groter zijn dan bij anderen. Uit deze studie volgde ook dat fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5} – ongeveer 71% van de verloren gezonde levensjaren ten gevolge van milieufactoren voor zijn rekening neemt.

Tijdens een fijnstofepisode doen mensen die bijzonder gevoelig zijn voor luchtverontreiniging best geen ongewone lichamelijke inspanningen. Tot deze groep behoren jonge kinderen, ouderen, personen met het chronisch obstructief longlijden (COPD) en personen met hart- en vaatziekten. Tijdens dergelijke fijnstofepisodes raadt men iedereen af om langdurige fysieke inspanningen, zoals joggen, te doen. Omwille van de kleine afmeting – de diameter is kleiner dan een honderdste van een millimeter – kunnen fijnstofdeeltjes gemakkelijk overal binnendringen en zijn de concentraties ervan binnenshuis niet significant lager dan in de buitenlucht.

Andere effecten van stofdeeltjes zijn verminderde zichtbaarheid en bevuiling van blootgestelde oppervlakken en materialen. Ze hebben mogelijk een invloed op het klimaat: naargelang de samenstelling

²¹ http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf?ua=1

²² http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

²³ Wong C.M. et al. 2016. Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle. *Cancer Epidemiol biomarkers prev*; 25(5): 839-45

²⁴ MIRA (2012), Inschatting ziektelast en externe kosten veroorzaakt door verschillende milieufactoren in Vlaanderen, MIRA, MIRA/2012/06



Hoge ozonconcentraties veroorzaken ook schade aan gewassen²⁵. Naast zichtbare symptomen als spikkels op het blad zijn er ook onzichtbare effecten waarbij de cellen aangetast zijn, maar de plant niet afsterft. Dit resulteert in verminderde groei en opbrengst. Deze chronische beschadigingen leiden tot belangrijke economische schade. Daarnaast brengt ozon de planten onder stress, met een verhoogde productie van het plantenhormoon etheen tot gevolg. Dit leidt tot het te vroeg afsterven of afrijpen of een onnatuurlijk vroegtijdige bladval. Kortetermijndrempelwaarden voor ozon bieden weinig bescherming aan de vegetatie. Zelfs acute schade wordt nauwelijks voorkomen. Alhoewel de inwerking van ozon op planten zeer complex is en gerelateerd is aan onder meer klimatologie, bodemvochtigheid, ontwikkelingsstadium van de plant, voedingstoestand, standplaats en cultuurvariëteit werd toch een wetgeving uitgewerkt. Ozon kan ook de verwerking van materialen, voornamelijk kunststoffen, veroorzaken. Ten slotte levert ozon in de onderste luchtlagen (troposfeer) een bijdrage aan het broeikaseffect.

4.5 Vluchtige organische stoffen - VOS

Vluchtige organische stoffen (VOS) omvatten een groot aantal componenten die als gassen of dampen in de omgevingslucht voorkomen. Ze behoren tot bepaalde klassen naargelang ze enkel de elementen koolstof en waterstof bevatten of ook heteroatomen waaronder zuurstof, stikstof, halogenen en zwavel.

Sommige VOS-componenten zoals benzeen en vinylchloride zijn kankerverwekkend en werken rechtstreeks in op de gezondheid. Daarnaast hebben de VOS een onrechtstreeks effect op het milieu door hun aandeel in de fotochemische luchtverontreiniging. Samen met stikstofoxiden vormen ze, op warme dagen, onder invloed van zonnestrallen immers ozon en oxidanten die de gezondheid, gewassen en materialen schade toebrengen. Ook hebben ze een aandeel in de fijnstofproblematiek door de vorming van secundair fijn stof. Tenslotte spelen bepaalde VOS zoals methaan en chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK) een rol in het broeikaseffect en de aantasting van de ozonlaag.

4.6 PCB's

Polychloorbifenylen (PCB's) is een verzamelnaam voor zo'n 209 verschillende stoffen. 12 hiervan zijn uiterst giftig en staan bekend als de dioxineachtige PCB's. Ze hebben eenzelfde werking als de dioxines. Niet alle PCB's zijn even schadelijk. Om de toxiciteit van een PCB-mengsel met elkaar te vergelijken, worden de resultaten uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). Hierbij vermenigvuldigt men de concentratie van elke afzonderlijke verbinding met zijn respectievelijke toxiciteitsfactor.

PCB's werden door de mens geproduceerd en hadden diverse industriële toepassingen. Sinds de jaren tachtig is er een verbod op hun productie. PCB's breken nauwelijks af, we vinden ze nog steeds in het milieu. Vooral schrootbedrijven stoten deze stoffen uit in de lucht waarna ze binden op stofdeeltjes. Dit stof valt op zijn beurt neer op gewassen die als voeding dienen voor mens en dier. Vervolgens binden de PCB's zich op dierlijke lichaamsvetten waarna de mens deze, na consumptie van dierlijke producten zoals vlees, vis en

²⁵ Deutsch F., Vandermeiren K. (2013), Ozonschade aan vegetatie: Literatuurstudie en studie naar de haalbaarheid van een indicator op basis van de ozonflux en naar de implicaties voor de gebiedsdekkende berekening via een luchtkwaliteitsmodel, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2013/12, VITO, CODA-CERVA - <https://www.milieurapport.be/publicaties/2014/ozonschade-aan-vegetatie-literatuurstudie-en-studie-naar-de-haalbaarheid-van-een-indicator-op-basis-van-de-ozonflux-en-naar-de-implicaties-voor-de-gebiedsdekkende-berekening-via-een-luchtkwaliteitsmodel>

zuivelproducten, opneemt. Net omdat de opname van PCB's voornamelijk gebeurt via voeding, is het belangrijk dat ze niet voorkomen in agrarische gebieden en woonzones.

De VMM meet de PCB's in neervallend stof, ook depositie genoemd. Zo bepaalt ze in welke mate PCB's uit de lucht kunnen neerslaan en er een potentieel risico is tot opname via de voedselketen. De resultaten zeggen iets over de kwaliteit van de omgevingslucht.

De analyse gebeurt isomeer specifiek voor alle 12 toxische PCB-verbindingen, met behulp van een gaschromatograaf gekoppeld aan een hoge resolutie massaspectrometer (GC-HRMS). De depositieresultaten zijn uitgedrukt in picogram toxische equivalenten per vierkante meter per dag (pg TEQ/(m².dag)).

De dioxines zijn verwant aan de PCB's en werken op dezelfde manier in op het lichaam. Momenteel meet de VMM geen dioxines meer in de Antwerpse haven.

4.7 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen – PAK's

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) ontstaan hoofdzakelijk door onvolledige verbranding. Bepaalde verbindingen uit deze groep zijn kankerverwekkend en kunnen DNA-schade veroorzaken. De meeste PAK's komen vooral gebonden aan fijn stof in de lucht voor. De lichtere verbindingen zijn ook in de gasfase aanwezig. PAK's zijn vrij stabiel en kunnen daardoor over grotere afstanden door de lucht getransporteerd worden. PAK's in lucht kunnen door neerslag of door droge depositie ook op de bodem, op gewassen of in oppervlaktewater terechtkomen.



bijlage 5 overzicht luchtkwaliteitsnormen

De Europese Commissie definieerde streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse pollutanten. Deze Europese normen zijn opgenomen in de Vlaamse wetgeving. De Europese regelgeving is vaak gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO definieert advieswaarden voor verschillende pollutanten. Die advieswaarden hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. Bij de definiëring van deze Europese grens- of streefwaarden werd er, naast de gezondheidseffecten, rekening gehouden met de technische haalbaarheid. Daarnaast werd een kosten-batenanalyse uitgevoerd om de economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus in te schatten.

5.5 Zwaveldioxide – SO₂

De Europese Richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor SO₂. In deze richtlijn is ook een kritiek niveau voor de bescherming van de vegetatie opgenomen. Daarnaast definieerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) advieswaarden en een kritiek niveau voor de bescherming van de vegetatie.

Tabel 30: Regelgeving voor SO₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 2005)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	350 µg/m ³ ; max. 24 overschrijdingen per jaar
		1 dag	125 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
	Alarmdrempel	Gedurende 3 opeenvolgende uren	500 µg/m ³
	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar en winterseizoen**	20 µg/m ³
WGO	Advieswaarde	1 dag	20 µg/m ³
		10 minuten	500 µg/m ³
	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar en/of winterseizoen**	10-30 µg/m ³ (afhankelijk van vegetatietype)

*: sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor SO₂ gerespecteerd worden.

** : het winterseizoen is van 1 oktober tot en met 31 maart.

5.7 Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5}

5.3.1 Regelgeving PM₁₀

De Europese richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden voor PM₁₀ op basis van gezondheidsstudies, economische gevolgen en de technische haalbaarheid. De WGO-advieswaarden voor PM₁₀ zijn strenger dan de Europese grenswaarden. De WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies.

Tabel 33: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m ³
WGO	Advieswaarden	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	20 µg/m ³

*: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor PM₁₀ gerespecteerd worden.

5.3.2 Regelgeving PM_{2,5}

Richtlijn 2008/50/EG definieert grens- en streefwaarden voor PM_{2,5}. Hierin staat ook de nationale streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling tegen 2020 ten opzichte van 2010. Hiertoe wordt een gemiddelde blootstellingsindex (GBI) gedefinieerd: dit is de gemiddelde PM_{2,5}-concentratie op stedelijke achtergrondmeetplaatsen over de laatste 3 jaar binnen een bepaalde lidstaat. De gravimetrische metingen op de stedelijke achtergrondmeetplaatsen in Brugge (BB15), Borgerhout-achtergrond (R801), Schoten (R811) en Gent-Baudelohof (R701) worden gebruikt voor de bepaling van de gewestelijke gemiddelde blootstellingsindex (GGBI) voor Vlaanderen, zoals bepaald in bijlage 2.5.3.14 van VLAREM II.

Tabel 34: Europese regelgeving voor PM_{2,5} (2008/50/EG)

EU-regelgeving (2008/50/EG)	Middelingstijd	Doelstelling	Datum waarop de waarde moet bereikt zijn
Grenswaarde	Jaar	25 µg/m ³	1 januari 2015
Indicatieve grenswaarde	Jaar	20 µg/m ³	1 januari 2020
Nationale streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GBI	15,2 µg/m ³	2020
Vlaamse streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GGBI	15,7 µg/m ³	2020
Blootstellingsconcentratieverplichting	GBI	20 µg/m ³	2015

De WGO nam in haar *Air quality guidelines* van 2005 advieswaarden voor PM_{2,5} op.

Tabel 35: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2005)

WGO-advieswaarden (WGO 2005)	Middelingstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar	10 µg/m ³
	Dag	25 µg/m ³ - max. 3 overschrijdingen per jaar

5.3.3 Regelgeving zwarte koolstof

Momenteel bestaat er op Europees of Vlaams niveau geen regelgeving voor zwarte koolstof. De WGO formuleerde nog geen advieswaarden voor de gezondheid.

5.8 Ozon – O₃

Tabel 36 toont een overzicht van de Europese regelgeving voor ozon ter bescherming van de gezondheid. De WGO-advieswaarde is ook opgenomen.

Tabel 36: Regelgeving voor O₃ (richtlijn 2008/50/EG)

Bescherming	Basistijd	Streefwaarde vanaf 2010 ^a
Streefwaarde vanaf 2010 ^a	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag NET60 _{ppb} ^b	120 µg/m ³ , gemiddeld over 3 jaar: max. 25 overschrijdingsdagen per jaar
Lange termijn doelstelling	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag NET60 _{ppb}	120 µg/m ³
Informatiedrempel	uurgemiddelde	180 µg/m ³
Alarmdrempel	uurgemiddelde ^c	240 µg/m ³
WGO-advieswaarde	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag	100 µg/m ³

a: 2010 is het eerste jaar waarvan de gegevens gebruikt worden bij het beoordelen van het naleven van de streefwaarde tijdens de volgende drie of vijf jaar.

b: NET60_{ppb}: 'Number of exceedances of a Threshold of 60 ppb', dit is het aantal dagen met hoogste uurgemiddelde boven 120 µg/m³.

c: Indien er gedurende 3 opeenvolgende uren overschrijdingen van de alarmdrempel gemeten of gemodelleerd worden, moeten er kortetermijnacties worden ondernomen, maar alleen wanneer die maatregelen de ozonconcentraties substantieel zouden verminderen.

De aanbeveling van de WGO is strenger dan de Europese streefwaarde: 100 µg/m³ voor het hoogste 8-uurgemiddelde van een dag. Deze concentratie zou voldoende bescherming bieden voor de volksgezondheid, hoewel er ook nog negatieve effecten kunnen voorkomen onder deze advieswaarde²⁶.

5.9 Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt een grenswaarde op voor benzeen als jaargemiddelde. In VLAREM II staat er een grenswaarde op basis van dagwaarden. Verder bestaat er een VLAREM-richtwaarde voor

²⁶ WHO Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment, 2006



vinylchloride en formuleerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) advieswaarden voor vier VOS-componenten. Onderstaande tabel toont een overzicht.

Tabel 37: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000)

	Middelingstijd	Grenswaarde	Richtwaarde	Advieswaarde
Richtlijn 2008/50/EG				
Benzeen ^a	jaar	5 µg/m ³		
VLAREM II				
Benzeen	jaar	50 µg/m ³ als P98 op basis van dagwaarden		
Vinylchloride ^b	jaar	10 µg/m ³ als P98 op basis van halfuren	1 µg/m ³	
WGO				
1,2-dichloorethaan	dag			700 µg/m ³
Tolueen	week			260 µg/m ³
	half uur			1.000 µg/m ³
Styreen ^b	week			260 µg/m ³
Tetrachlooretheen	jaar			250 µg/m ³
Formaldehyde ^c	half uur			1.000 µg/m ³

a: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor benzeen gerespecteerd worden.

b: In 2017 was er geen analyse van deze component. Toetsing was dus niet mogelijk.

c: De VMM meet met een ander tijdsvenster, toetsing is dus indicatief.

Benzeen is kankerverwekkend waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van 17 µg/m³ zou er één extra kankergeval per 10.000 inwoners zijn. Bij een concentratie van 1,7 µg/m³ rekent men één extra kankergeval per 100.000 inwoners en bij 0,17 µg/m³ één per 1.000.000.

5.10 PCB's

Er bestaan geen wettelijke normen voor de depositie van PCB's. Het Europees Wetenschappelijk Comité voor menselijke voeding bracht een advies uit hoeveel dioxines en dioxineachtige PCB's men wekelijks maximaal mag innemen. Hieruit berekende de VMM drempelwaarden. Deze drempelwaarden zijn niet opgenomen in de wetgeving maar laten de VMM toe om de gemeten deposities te beoordelen.

Deze drempelwaarden gelden:

- voor de som van de dioxines en dioxineachtige PCB's;
- enkel in agrarische gebieden en woonzones.

Op de meetplaats in de Antwerpse haven meten we enkel PCB's. Bovendien ligt deze meetplaats in industriegebied. De resultaten worden dus niet getoetst aan deze drempelwaarden.

5.11 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen – PAK's

De vierde dochterrichtlijn luchtkwaliteit 2004/107/EG definieert een streefwaarde van 1 ng/m³ als jaargemiddelde voor benzo(a)pyreen in lucht. Deze streefwaarde trad in werking op 31 december 2012.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) drukt de schadelijkheid van benzo(a)pyreen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Dit komt neer op 1 extra geval op 10.000 inwoners bij 1,2 ng/m³, 1 op 100.000 bij 0,12 ng/m³ en 1 op 1.000.000 bij 0,012 ng/m³.

Voor PAK's in depositie is er enkel een Europese verplichting om op één achtergrondlocatie te meten; er zijn geen Europese streef- of grenswaarden om aan te toetsen.



bijlage 6 Methodiek

In dit rapport worden verschillende methodieken gebruikt om gegevens weer te geven of te genereren. In deze bijlage worden deze methodieken toegelicht.

6.1 Pollutierozen en zeropollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuulende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden. Wanneer bijvoorbeeld uit een bepaalde windrichting steeds lucht met hogere concentraties wordt aangevoerd omdat daar een bron aanwezig is, zal de gemiddelde waarde hoger zijn in dit segment van de pollutieroos en 'wijst' de pollutieroos als het ware de richting van de bron aan door de langere balk. Bij aanvoer van lucht met lage concentraties zal de balk van de pollutieroos korter zijn. Hoe de pollutieroos er uiteindelijk uitziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als in de beschouwde periode weinig tot geen wind was uit een bepaalde richting, kan dit een bron maskeren.

Wanneer de pollutierozen vrij rond zijn van vorm, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom kunnen er zero-pollutierozen gemaakt, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd afgetrokken. Per windsector – elke 10° – worden de metingen van de pollutierozen van een set meetplaatsen naast elkaar gelegd en de laagste concentratie wordt telkens afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. Op deze manier wordt de aanvoer van de achtergrondpollutie eruit gefilterd en komen de lokale bronnen beter naar voren.

Een dosisroos geeft per windrichtingsegment procentueel het aandeel weer in de totale jaaraanvoer van de pollutant op de meetlocatie. Bij de meeste dosisrozen is er duidelijke aanvoer uit de overheersende zuidwestelijke windrichting. Dit is logisch omdat er nu eenmaal de meeste wind uit die richting komt. Lokale bronnen uit andere richtingen die veel invloed hebben op de concentratie op de meetplaats zullen als pieken zichtbaar zijn in de dosisroos.

6.2 VLOPS model

Het VLOPS-model (Vlaamse Operationeel Prioritaire Stoffen-model)²⁷ is een atmosferisch transport- en dispersiemodel dat op basis van emissiegegevens, gegevens over landgebruik en meteogegevens de luchtkwaliteit en deposities berekent. De Vlaamse emissiegegevens zijn afkomstig van de meest recente cijfers van de Emissie-inventaris Lucht van de VMM. De emissiegegevens voor bronnen buiten Vlaanderen zijn afkomstig van de EMEP- (*The European Monitoring and Evaluation Programme*)²⁸ en E-PRTR- (*The European Pollutant Release and Transfer Register*)²⁹ emissie-inventarissen. In dit rapport gebruikten we voor de modellering van SO₂ de Belgische emissiegegevens van 2016, de Europese emissiegegevens van 2015 en de meteo van 2017. De resolutie van de kaarten is 1 x 1 km². Voor de berekeningen in dit rapport gebruikte de VMM de versie VLOPS18.

²⁷ Van jaarsveld, J.A. et al. (2012). Description of OPS 4.3.15. RIVM: Bilthoven Nederland

²⁸ EMEP. http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase

²⁹ E-PRTR. <http://prtr.ec.europa.eu>

6.3 ATMO-Street model

OSPM is een noodzakelijke aanvulling op de RIO-IFDM-keten en geeft een juister beeld van de luchtkwaliteit tot op straatniveau. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM. De ATMO-Streetkaarten zijn wetenschappelijk het meest onderbouwd en zijn de best beschikbare kaarten om de lokale luchtkwaliteit in te schatten. De controle gebeurde – zoals bij al onze modellen – door te vergelijken met echte metingen en toonde aan dat de modelketen beter presteert door de toevoeging van het OSPM-model.

Ondanks de best beschikbare inschatting op straatniveau, heeft het ATMO-Street model ook enkele beperkingen:

- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- De impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet onmiddellijk zichtbaar.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht.
- De lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de ‘achtergrondconcentratie’ (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).

ATMO-Street wordt ingezet voor stoffen met een belangrijke impact op de gezondheid namelijk stikstofdioxide, zwarte koolstof (roet) en fijn stof. Ozon wordt niet berekend met OSPM omwille van de lagere concentraties in straten. Omdat de huidige ‘dosis-respons’ functies bepaald werden via epidemiologisch onderzoek waarbij geen rekening gehouden werd met de *street canyon* effecten, worden de blootstellingsberekeningen gedaan op basis van de RIO-IFDM resultaten en niet op basis van de ATMO-Street berekeningen. Dosis-respons functies bepalen de relatie tussen de hoeveelheid luchtvervuiling en gezondheidseffecten.

6.4 Promovia

PROMOVIA versie 2.1 is een propagatiemodel dat aan de hand van de combinatie van verkeerstellingen voor een aantal wegvakken voor elk uur van het jaar, verkeerstellingen voor een aantal wegvakken voor een aantal uren van het jaar en gemodelleerde wegvakbelastingen voor elk wegvak voor een aantal modelperiodes, de verkeersbelastingen bepaalt. Voor deze verkeersbelastingen worden jaartotalen weergegeven voor elk wegvak.



